

**ANALISIS PENGEMBANGAN APLIKASI
PENILAIAN KUALITAS *E-LEARNING* BERDASARKAN ISO 19796-1**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan



Disusun Oleh:
Adhi Wicaksono
NIM. 09520241008

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FEBRUARI 2014**

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

ANALISIS PENGEMBANGAN APLIKASI PENILAIAN KUALITAS *E-LEARNING* BERDASARKAN ISO 19796-1

Disusun oleh:

Adhi Wicaksono
NIM 09520241008

telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan
Ujian Akhir Tugas Akhir Skripsi bagi yang bersangkutan.

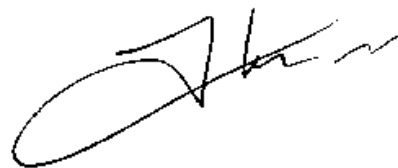
Yogyakarta, 24 Januari 2014

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Informatika,



Dr. Ratna Wardani
NIP. 19701218 200501 2 001

Disetujui,
Dosen Pembimbing,



Handaru Jati, Ph.D
NIP. 19740511 199903 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

ANALISIS PENGEMBANGAN APLIKASI PENILAIAN KUALITAS *E-LEARNING* BERDASARKAN ISO 19796-1

Disusun oleh:
Adhi Wicaksono
NIM 09520241008

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi
Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Pada tanggal 3 Februari 2014

TIM PENGUJI

Nama/Jabatan
Handaru Jati, Ph.D
Ketua Penguji/Pembimbing
Dr. Ratna Wardani
Sekretaris
Adi Dewanto, M.Kom
Penguji

Tanda Tangan

Tanggal

18/2/2014

18/2/2014

18/2/2014

Yogyakarta, 13 Februari 2013

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,



Dr. Mochamad Bruri Triyono, M.Pd.

NIP. 19560216 198603 1 0034

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adhi Wicaksono

NIM : 09520241008

Program Studi : Pendidikan Teknik Informatika

Judul TAS : Analisis Pengembangan Aplikasi Penilaian Kualitas
E-learning berdasarkan ISO 19796-1

menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim dan telah disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 24 Januari 2014

Yang menyatakan,



Adhi Wicaksono
NIM. 09520241008

MOTTO

“Man Jadda Wajada”

Barangsiapa yang bersungguh-sungguh, dia (akan)
mendapatkannya”.

“Ikatlah ilmu dengan menuliskannya”

(Ali bin Abi Thalib r.a.)

“Stay foolish, stay hungry” (Steve Jobs)

“faber est suae quisque fortunae” (Appius Claudius Caecus)

“de omnibus dubitandum” (René Descartes)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Karya ini penulis persembahkan untuk:

Ayahanda Sudiyono dan Ibunda Tri Sudarsih yang selalu memberikan dukungan serta doa yang tiada henti demi terselesaikannya karya ini.

Adikku Durriyat Haarits Munajat yang kubanggakan dan kusayang.

Keluarga UKMF Matriks, sebagai tempat belajar menulis karya ilmiah dan menjadi rumah kedua serta keluarga yang selalu memberikan keceriaan.

Teman-teman kelas E Prodi Pendidikan Teknik Informatika 2009 yang selama 4 tahun ini menjadi teman belajar bersama.

Teman-teman di DinamiD Research Group yang luar biasa dan senantiasa menjadi inspirasi untuk terus berkarya.

Teman-teman di *social media* yang selalu bisa menjadi obat segala gundah gulana dan menjadi tempat cerita

Teman-teman di Onebit yang membantu proses pengambilan data.

Dan semua yang telah memberikan inspirasi serta motivasi yang tak mungkin disebutkan satu persatu. Kalian semua luar biasa 😊

ANALISIS PENGEMBANGAN APLIKASI PENILAIAN KUALITAS *E-LEARNING* BERDASARKAN ISO 19796-1

Oleh:
Adhi Wicaksono
NIM: 09520241008

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi penilaian kualitas *e-learning* berdasarkan ISO 19796-1 dengan menggunakan metode pembobotan *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Penelitian ini meliputi perancangan sistem, implementasi serta pengujian kualitas sistem dari sisi perangkat lunak pada aspek *functionality*, *reliability*, *efficiency*, *usability*, *maintainability* dan *portability*. Aplikasi ini diharapkan mampu membantu proses penilaian kualitas *e-learning*.

Metode yang digunakan adalah *Research & Development* (R&D), meliputi 1) Identifikasi Potensi dan Masalah, 2) Analisis Kebutuhan dan Pengumpulan Data, 3) Desain Sistem, 4) Implementasi Sistem, 5) Validasi Sistem, 6) Revisi Sistem, dan 7) Uji Coba Sistem. Instrumen yang digunakan berupa *checklist* untuk pengujian aspek *functionality*, *maintainability* dan *usability* serta instrumen berupa *tool* untuk pengujian aspek *efficiency*, *reliability* dan *portability*. Sistem diujicobakan ke beberapa ahli dan mahasiswa.

Berdasarkan hasil pengujian perangkat lunak yang dikembangkan menunjukkan hasil : 1) Aplikasi Penilaian Kualitas E-learning berdasarkan ISO 19796-1 telah berhasil dibuat melalui serangkaian proses rekayasa perangkat lunak dari desain hingga pengujian dan telah sesuai dengan spesifikasi; 2) hasil analisis kualitas dari sisi perangkat lunak telah memenuhi standar faktor kualitas perangkat lunak dari aspek *functionality*, *reliability*, *efficiency*, *usability*, *maintainability* dan *portability*.

Kata kunci: *Analytical Hierarchy Process*, evaluasi *e-learning*, ISO 19796

KATA PENGANTAR

Puji syukur keharidat Allah SWT, yang telah karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program S1 program studi Pendidikan Teknik Informatika Universitas Negeri Yogyakarta.

Penelitian tentang **Analisis Pengembangan Aplikasi Penilaian Kualitas *E-learning* berdasarkan ISO 19796-1** memberikan banyak manfaat. Selama melaksanakan penelitian ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, arahan serta dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Rochmat Wahab M. Pd, M.A, Rektor Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan kesempatan menempuh pendidikan di Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Mochamad Bruri Triyono, M.Pd, Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan izin penelitian serta segala kemudahan yang diberikan.
3. Bapak Muhammad Munir, M.Pd, Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
4. Bapak Handaru Jati, Ph.D. selaku dosen pembimbing penelitian ini yang telah membantu kelancaran dan selalu memberikan motivasi agar cepat lulus serta selalu memberi arahan dan bimbingan.
5. Ibu Dr. Ratna Wardani, Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan kemudahan dalam penyelesaian tugas akhir skripsi ini.
6. Bapak Herman Dwi Surjono, Ph.D., dosen Penasehat Akademik, yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam menempuh studi ini.
7. Ibu dan Bapak serta keluarga yang senantiasa memberikan dukungan dan doa.
8. Teman-teman Kelas E PTI angkatan 2009 UNY yang saya banggakan.
9. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan pada penelitian yang telah lakukan. Oleh karena itu penulis mengharapkan krtik dan saran yang membangun serta demi penelitian dan pengembangan kedepan. Demikian laporan penelitian skripsi ini penulis susun, besar harapan penulis agar nantinya dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan masyarakat luas.

Yogyakarta, Januari 2014

Penulis

Adhi Wicaksono

NIM. 09520241008

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN	iii
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah	5
D. Perumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
A. Deskripsi Teori	7
1. <i>E-learning</i>	7
2. Pendekatan standar kualitas dalam <i>e-learning</i>	9
3. <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP)	14
4. <i>Unified Modeling Language</i> (UML).....	20
5. Aplikasi <i>Web</i>	23
6. <i>Framework</i> dalam Pengembangan Aplikasi <i>Web</i>	23
7. Kualitas Perangkat Lunak	26
8. Faktor Kualitas <i>Functionality</i>	31
9. Faktor Kualitas <i>Reliability</i>	32
10. Faktor Kualitas <i>Usability</i>	32
11. Faktor Kualitas <i>Efficiency</i>	33
12. Faktor Kualitas <i>Maintainability</i>	35
13. Faktor Kualitas <i>Portability</i>	35
B. Kerangka Pikir	36
C. Penelitian yang Relevan.....	38
BAB III METODE PENELITIAN	40
A. Jenis Penelitian	40

B.	Prosedur Penelitian	41
1.	Identifikasi potensi dan masalah	41
2.	Analisis kebutuhan dan pengumpulan data	41
3.	Desain sistem	41
4.	Implementasi sistem	42
5.	Validasi sistem	42
6.	Revisi sistem	42
7.	Uji coba sistem	43
C.	Waktu dan Tempat Penelitian	43
D.	Definisi Variabel	43
E.	Desain Penelitian	44
F.	Teknik Pengumpulan Data	45
G.	Subyek Penelitian	46
H.	Instrumen Penelitian	46
1.	Instrumen <i>Functionality</i>	46
2.	Instrumen <i>Reliability</i>	47
3.	Instrumen <i>Usability</i>	48
4.	Instrumen <i>Efficiency</i>	49
5.	Instrumen <i>Maintainability</i>	49
6.	Instrumen <i>Portability</i>	50
I.	Teknik Analisis Data	50
1.	Analisis aspek <i>functionality</i>	50
2.	Analisis aspek <i>reliability</i>	51
3.	Analisis aspek <i>usability</i>	51
4.	Analisis aspek <i>efficiency</i>	52
5.	Analisis aspek <i>maintainability</i>	52
6.	Analisis aspek <i>portability</i>	52
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	53
A.	Analisis Kebutuhan	53
1.	Analisis Kebutuhan Fitur	53
2.	Analisis Kebutuhan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	54
B.	Desain Sistem	54
1.	Perancangan Unified Modelling Language (UML)	54
2.	Perancangan basis data	63
3.	Perancangan tampilan antar muka (<i>user interface</i>)	64
C.	Implementasi Sistem	71
1.	Hasil tampilan antarmuka pengguna (<i>user interface</i>)	71
2.	Hasil implementasi basis data	102
D.	Revisi Sistem	106
1.	Revisi Instrumen Uji Fungsionalitas	106
2.	Revisi Ahli Pemrograman untuk Uji Fungsionalitas	107
E.	Pengujian Sistem	107
1.	Pengujian aspek <i>functionality</i>	108
2.	Pengujian aspek <i>reliability</i>	110
3.	Pengujian aspek <i>usability</i>	112
4.	Pengujian aspek <i>efficiency</i>	115

5. Pengujian aspek <i>maintainability</i>	131
6. Pengujian aspek <i>portability</i>	136
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	142
A. Kesimpulan	142
B. Saran	143
DAFTAR PUSTAKA	144
LAMPIRAN	148

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Beberapa macam standar kualitas (Pawlowski, 2007).....	11
Tabel 2. Referensi proses menurut ISO 19796-1	12
Tabel 3. Matriks perbandingan berpasangan	16
Tabel 4. Skala Saaty (Saaty, 1993)	17
Tabel 5. Nilai <i>random index</i> (RI).....	19
Tabel 6. Keterkaitan <i>view</i> dan struktur diagram UML	21
Tabel 7. Instrumen <i>functionality</i>	46
Tabel 8. <i>Computer System Usability Questionnaire</i> oleh J.R. Lewis	48
Tabel 9. Instrumen <i>maintainability</i>	49
Tabel 10. Tabel skala konversi nilai	50
Tabel 11. Tabel nilai konsistensi <i>Alpha Cronbach</i>	51
Tabel 12. Matrik berpasangan perbandingan bobot kategori.....	80
Tabel 13. Matriks hasil pembobotan kategori dari ahli 1.....	82
Tabel 14. Matriks hasil pembobotan kategori dari ahli 1 yang sudah dinormalkan	83
Tabel 15. Matriks hasil pembobotan kategori dari ahli 2.....	85
Tabel 16. Matriks hasil pembobotan kategori dari ahli 2 yang sudah dinormalkan	86
Tabel 17. Matriks hasil pembobotan kategori dari ahli 3.....	88
Tabel 18. Matriks hasil pembobotan kategori dari ahli 3 yang sudah dinormalkan	88
Tabel 19. Matriks hasil pembobotan ketegori dari ahli 4.....	91
Tabel 20. Matriks hasil pembobotan kategori dari ahli 4 yang sudah dinormalkan	92
Tabel 21. Hasil agregasi pembobotan dari masing-masing ahli untuk semua kategori.....	95
Tabel 22. Daftar pertanyaan sesuai kategori kualitas e-learning ISO 19796-1.....	97
Tabel 23. Data ahli untuk validasi instrumen uji <i>functionality</i>	106
Tabel 24. Saran untuk instrumen uji <i>functionality</i>	106
Tabel 25. Hasil pengujian <i>functionality</i>	108
Tabel 26. Analisis data pengujian <i>functionality</i>	109
Tabel 27. Tabel pengujian <i>reliability</i> dengan WAPT 8.1	111
Tabel 28. Hasil pengujian <i>usability</i>	112
Tabel 29. Hasil koefisien <i>alpha cronbach</i>	114
Tabel 30. Tabel konsistensi <i>alpha cronbach</i>	114
Tabel 31. Hasil pengujian <i>efficiency</i> komponen di halaman depan	116
Tabel 32. Hasil pengujian <i>efficiency</i> komponen di halaman <i>login</i>	117
Tabel 33. Hasil pengujian <i>efficiency</i> komponen di halaman <i>admin</i>	118
Tabel 34. Hasil pengujian <i>efficiency</i> komponen di halaman ubah <i>password admin</i>	119
Tabel 35. Hasil pengujian <i>efficiency</i> komponen di halaman lihat data pengguna	120

Tabel 36. Hasil pengujian <i>efficiency</i> komponen di halaman tambah data pengguna	121
Tabel 37. Hasil pengujian <i>efficiency</i> komponen di halaman ubah data pengguna	122
Tabel 38. Hasil pengujian <i>efficiency</i> komponen di halaman lihat data metrik ...	123
Tabel 39. Hasil pengujian <i>efficiency</i> komponen di halaman tambah data metrik	124
Tabel 40. Hasil pengujian <i>efficiency</i> komponen di halaman ubah data metrik...	125
Tabel 41. Hasil pengujian <i>efficiency</i> komponen di halaman pembobotan	126
Tabel 42. Hasil pengujian <i>efficiency</i> komponen di halaman hasil pembobotan .	127
Tabel 43. Hasil pengujian <i>efficiency</i> komponen di halaman penilaian	128
Tabel 44. Hasil pengujian <i>efficiency</i> komponen di halaman hasil penilaian	129
Tabel 45. Tabel <i>overall performance</i>	129
Tabel 46. Hasil pengujian dengan <i>PageSpeed Insight</i>	130
Tabel 47. Analisis hasil pengujian <i>maintainability</i>	135
Tabel 48. Hasil pengujian <i>portability</i>	136

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pola <i>Model View Controller</i> (MVC)	25
Gambar 2. Model kualitas perangkat lunak menurut McCall (McCall et al., 1977)	27
Gambar 3. Faktor-faktor kualitas perangkat lunak menurut ISO 9126 (ISO/IEC, 2001a).....	30
Gambar 4. Langkah-langkah penelitian metode <i>research and development</i> (Diadaptasi dari Sugiyono, 2013: 298)	40
Gambar 5. <i>Use case diagram</i>	55
Gambar 6. <i>Class diagram</i> (ukuran lebih besar terlampir).....	52
Gambar 7. <i>Sequence diagram</i> manajemen pengguna	57
Gambar 8. <i>Sequence diagram</i> tambah pengguna	57
Gambar 9. <i>Sequence diagram</i> ubah pengguna	58
Gambar 10. <i>Sequence diagram</i> hapus pengguna.....	58
Gambar 11. <i>Sequence diagram</i> manajemen metrik	59
Gambar 12. <i>Sequence diagram</i> tambah metrik	59
Gambar 13. <i>Sequence diagram</i> ubah metrik	60
Gambar 14. <i>Sequence diagram</i> hapus metrik	60
Gambar 15. <i>Sequence diagram</i> melakukan pembobotan	61
Gambar 16. <i>Sequence diagram</i> melihat hasil pembobotan	61
Gambar 17. <i>Sequence diagram</i> melakukan penilaian	62
Gambar 18. <i>Sequence diagram</i> melihat hasil penilaian	62
Gambar 19. Rancangan basis data	63
Gambar 20. Rancangan <i>interface</i> halaman <i>home</i>	64
Gambar 21. Rancangan <i>interface</i> halaman <i>login</i>	64
Gambar 22. Rancangan <i>interface</i> halaman <i>admin</i>	65
Gambar 23. Rancangan <i>interface</i> halaman ubah password.....	65
Gambar 24. Rancangan <i>interface</i> halaman lihat data pengguna	66
Gambar 25. Rancangan <i>interface</i> halaman tambah data pengguna	66
Gambar 26. Rancangan <i>interface</i> halaman ubah data pengguna	67
Gambar 27. Rancangan <i>interface</i> halaman lihat data metrik	67
Gambar 28. Rancangan <i>interface</i> halaman tambah data metrik	68
Gambar 29. Rancangan <i>interface</i> halaman ubah data metrik	68
Gambar 30. Rancangan <i>interface</i> halaman pembobotan.....	69
Gambar 31. Rancangan <i>interface</i> halaman hasil pembobotan	69
Gambar 32. Rancangan <i>interface</i> halaman penilaian kualitas	70
Gambar 33. Rancangan <i>interface</i> halaman hasil penilaian kualitas.....	70
Gambar 34. Halaman <i>home</i>	71
Gambar 35. Halaman <i>login</i>	72
Gambar 36. Halaman <i>administrator</i>	73
Gambar 37. Halaman ubah <i>password</i>	73
Gambar 38. Halaman lihat data pengguna	74
Gambar 39. Halaman tambah data pengguna	75
Gambar 40. Halaman ubah data pengguna	75

Gambar 41. Halaman lihat data metrik	76
Gambar 42. Halaman tambah data metrik.....	77
Gambar 43. Halaman ubah data metrik.....	78
Gambar 44. Halaman pembobotan.....	79
Gambar 45. Tombol submit di halaman pembobotan.....	81
Gambar 46. Halaman hasil pembobotan	81
Gambar 47. Grafik nilai AHP dari ahli 1	84
Gambar 48. Grafik nilai AHP dari ahli 2	87
Gambar 49. Grafik nilai AHP dari ahli 3	90
Gambar 50. Grafik nilai AHP dari ahli 4	54
Gambar 51. Halaman penilaian kualitas	96
Gambar 52. Halaman hasil penilaian	101
Gambar 53. Daftar tabel dalam <i>database</i>	102
Gambar 54. Implementasi tabel <i>ahp_aggregated</i>	103
Gambar 55. Implementasi tabel <i>ahp_result</i>	103
Gambar 56. Implementasi tabel <i>category</i>	103
Gambar 57. Implementasi tabel <i>column_sum</i>	103
Gambar 58. Implementasi tabel <i>elearning</i>	103
Gambar 59. Tabel <i>metric</i>	104
Gambar 60. Implementasi tabel <i>normalized_table</i>	104
Gambar 61. Implementasi tabel <i>process</i>	104
Gambar 62. Implementasi tabel <i>random_index</i>	104
Gambar 63. Implementasi tabel <i>raw_table</i>	105
Gambar 64. Implementasi tabel <i>result</i>	105
Gambar 65. Implementasi tabel <i>user</i>	105
Gambar 66. <i>Record</i> dalam tabel <i>result</i>	105
Gambar 67. Grafik simulasi <i>user load time</i> dan <i>clients active</i>	110
Gambar 68. Hasil <i>stress testing</i>	110
Gambar 69. Hasil pengujian dengan WAPT 8.1	111
Gambar 70. Statistik pengujian <i>efficiency</i> halaman depan.....	115
Gambar 71. Statistik pengujian <i>efficiency</i> halaman <i>login</i>	116
Gambar 72. Statistik pengujian <i>efficiency</i> halaman <i>admin</i>	117
Gambar 73. Statistik pengujian <i>efficiency</i> halaman ubah <i>password admin</i>	118
Gambar 74. Statistik pengujian <i>efficiency</i> halaman lihat data pengguna.....	119
Gambar 75. Statistik pengujian <i>efficiency</i> halaman tambah data pengguna	120
Gambar 76. Statistik pengujian <i>efficiency</i> halaman ubah data pengguna	121
Gambar 77. Statistik pengujian <i>efficiency</i> halaman lihat data metrik.....	122
Gambar 78. Statistik pengujian <i>efficiency</i> halaman tambah data metrik	123
Gambar 79. Statistik pengujian <i>efficiency</i> halaman ubah data metrik	124
Gambar 80. Statistik pengujian <i>efficiency</i> halaman pembobotan	125
Gambar 81. Statistik pengujian <i>efficiency</i> halaman hasil pembobotan.....	126
Gambar 82. Statistik pengujian <i>efficiency</i> halaman penilaian	127
Gambar 83. Statistik pengujian <i>efficiency</i> halaman hasil penilaian.....	128
Gambar 84. Pesan gagal login.....	132
Gambar 85. Pesan kesalahan saat gagal <i>update password admin</i>	132
Gambar 86. Pesan kesalahan saat gagal tambah data pengguna	133

Gambar 87. Pesan kesalahan saat gagal tambah data metrik	133
Gambar 88. Pesan kesalahan saat gagal melakukan pembobotan.....	134
Gambar 89. Pesan kesalahan saat gagal melakukan penilaian.....	134

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemajuan IPTEK yang pesat memberikan manfaat bagi berbagai bidang, termasuk dalam bidang pendidikan. Salah satu manfaat dari kemajuan IPTEK yang dapat dirasakan di bidang pendidikan adalah penggunaan *e-learning*. Adanya dukungan infrastruktur merupakan salah satu faktor pendukung sehingga semakin banyak penggunaan *e-learning* di berbagai institusi pendidikan. *E-learning* mengubah model pembelajaran yang ada di universitas (Afari-Kumah & Achampong, 2010). Selim (2007) mendefinisikan *e-learning* sebagai sebuah penyampaian materi melalui media elektronik seperti *internet*, *intranet*, *extranet*, siaran satelit, *audio/video tape*, TV interaktif dan CD-ROM.

Saat ini ada banyak jenis *e-learning* yang digunakan, mulai dari yang gratis sampai yang berbayar. Selain itu dilihat dari sisi bentuknya, *e-learning* memiliki berbagai macam bentuk mulai dari materi yang sebagian berupa *web* (*web-supplemented*), materi yang semuanya *web* (*web-dependent*) hingga materi dalam bentuk campuran dan yang sepenuhnya *online* ((OECD), 2005). Perbedaan jenis dari *e-learning* yang digunakan oleh berbagai institusi menuntut adanya standar dalam penggunaan *e-learning* dan adanya *interoperability* (Sun & Fu, 2005).

Ada berbagai macam standar yang digunakan dalam *e-learning*, beberapa diantaranya: *IEEE Learning Object Metadata*, *IMS Simple Sequencing*, *IMS*

Question and Test Interoperability, *IMS Learner Information Package*, *Sharable Courseware Object Reference Model* (SCORM) dan *The Open Knowledge Initiative* (Jayal & Shepperd, 2007). Standar yang ada tersebut dikembangkan oleh lembaga tertentu dan tidak bersifat global, artinya hanya bisa diimplementasikan pada institusi tertentu. Oleh karena itu, *International Organization for Standardization* (ISO) sebagai organisasi standardisasi internasional mengeluarkan standar yang khusus digunakan untuk standardisasi *e-learning*. Standardisasi yang dikeluarkan merupakan standardisasi yang generik, sehingga untuk menggunakannya harus diadaptasikan sesuai dengan keadaan dan kebutuhan masing-masing institusi.

Standar yang dikeluarkan ISO untuk *e-learning* adalah ISO 19796-1 yang menyediakan panduan untuk membangun sistem *e-learning* yang berkualitas. Standar ini dipublikasikan pada bulan Oktober 2005 oleh tim SC 36 yang sifatnya spesifik tentang *learning*, *education* dan *training*. ISO 19796-1 menyediakan RFDQ (*Reference Framework for Description of Quality*) yang berupa *framework* untuk *e-learning*. Sebagai standar referensi, ISO 19796-1 menunjukkan skema deskripsi dan model proses yang bisa digunakan untuk membangun sistem *e-learning* yang komprehensif. Standar dalam suatu sistem berperan untuk menjaga kualitas sistem tersebut, sehingga suatu sistem *e-learning* memerlukan standar agar *e-learning* tersebut berkualitas. Sebelum adanya ISO 19796-1, penilaian kualitas sistem *e-learning* sulit dilakukan karena standar yang digunakan berbeda-beda dan memiliki definisi tentang kualitas yang berbeda pula. Dengan adanya ISO 19796-1 yang sudah menyediakan *framework* suatu *e-learning*, maka

penilaian kualitas memungkinkan untuk dilakukan dengan cara menilai komponen yang ada di *e-learning* tersebut dan membandingkannya dengan *framework* yang ada dalam ISO 19796-1.

Penelitian tentang ISO 19796-1 ini dimulai di tahun 2004 saat dua orang peneliti mengajukan *framework* pada ISO 9126 untuk menilai kualitas produk *e-learning* yaitu *Blackboard system*. Hasilnya ISO 9126 mampu diadaptasi untuk menilai sistem *e-learning* tetapi belum mencakup aspek pengajaran, hanya menilai sistem *e-learning* dari sisi *software engineering* (Chua & Dyson, 2004). Pada tahun 2009, Pinghong Zhou mengimplementasikan RFDQ yang terdapat dalam ISO 19796-1 pada Huangzhong Normal University dengan hasil berupa penggunaan kategori *need analysis* dan *framework analysis* untuk mendesain *platform e-learning* di Huangzhong Normal University (Zhou, 2009). Kemudian Cahyani (2010) melakukan penelitian dan mengembangkan *framework* untuk menilai kualitas *e-learning* berdasarkan ISO 19796-1 pada kategori *learning process* dan *conception & design*. Penelitian ini menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) untuk memberikan bobot pada masing-masing kategori yang dinilai tetapi sistem penilaian kualitas *e-learning* yang sudah dikembangkan tersebut hanya menggunakan satu ahli untuk memberikan bobot kategori sehingga kurang obyektif. Oleh karena itu belum ada sistem penilaian kualitas *e-learning* yang menggunakan lebih dari satu ahli dalam pembobotan AHP. Selain itu, belum ada analisis yang dilakukan untuk menguji kualitas perangkat lunak dari sistem penilaian kualitas *e-learning*. Analisis kualitas ini penting karena akan menguji perangkat lunak yang dikembangkan apakah sudah sesuai dengan kaidah rekayasa

perangkat lunak atau belum.

Berangkat dari permasalahan tersebut maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengembangkan sebuah aplikasi penilaian kualitas *e-learning* yang dapat menilai kualitas suatu *e-learning* dengan melibatkan beberapa ahli sebagai *judge* yang memberikan bobot penilaian pada masing-masing kategori. Penelitian ini juga akan melakukan pengujian kualitas perangkat lunak terhadap aplikasi penilaian kualitas *e-learning*, sesuai mengeluarkan standar ISO-9126 yang terdiri dari enam faktor kualitas yaitu *functionality*, *reliability*, *usability*, *efficiency*, *maintainability*, dan *portability*.

B. Identifikasi Masalah

Dari uraian latar belakang tersebut, ada beberapa permasalahan yang dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Standar diperlukan untuk mengukur kualitas suatu *e-learning*.
2. Terdapat berbagai macam *e-learning* sehingga sulit untuk menentukan standar kualitas.
3. Standar yang digunakan untuk penilaian *e-learning* bermacam-macam dan sulit untuk diterapkan pada sistem yang berbeda, sehingga perlu adanya standardisasi.
4. Belum ada sistem penilaian kualitas *e-learning* yang bisa memberikan bobot penilaian dari banyak ahli.
5. Belum ada yang melakukan analisis kualitas pada aplikasi penilaian kualitas *e-learning*.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan beberapa identifikasi permasalahan tersebut, karena keterbatasan peneliti maka permasalahan yang akan dibahas dibatasi pada masalah:

1. Belum ada sistem penilaian kualitas *e-learning* yang bisa memberikan bobot penilaian dari banyak ahli.
2. Belum ada analisis kualitas pada aplikasi penilaian kualitas *e-learning*.

D. Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah, maka dirumuskan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membuat aplikasi penilaian kualitas *e-learning* berdasarkan ISO 19796-1 yang dapat memberikan bobot penilaian dari banyak ahli?
2. Bagaimana tingkat kualitas aplikasi yang dikembangkan dari sisi *functionality, reliability, efficiency, usability, portability, maintainability*?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat aplikasi penilaian kualitas *e-learning* berdasarkan ISO 19796-1 yang dapat memberikan bobot penilaian dari banyak ahli.

2. Menguji kualitas aplikasi penilaian kualitas *e-learning* yang dikembangkan dari sisi *functionality*, *reliability*, *efficiency*, *usability*, *portability*, *maintainability*.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat Praktis

Penelitian ini dapat memberikan alternatif cara untuk menilai kualitas *e-learning* berdasarkan ISO 19796-1 dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dalam memberikan bobot penilaian. Aplikasi yang dikembangkan dapat langsung digunakan untuk menilai kualitas *e-learning* dengan mudah dan dapat memberikan rekomendasi yang bisa digunakan sebagai bahan perbaikan untuk meningkatkan kualitas *e-learning* yang diuji.

2. Manfaat Akademis

Hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi penelitian sejenis sehingga dapat digunakan sebagai referensi dalam melakukan penilaian terhadap kualitas *e-learning* sesuai dengan ISO 19796-1. Selain itu penelitian ini dapat menjadi referensi untuk implementasi teknik *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dalam bidang pendidikan, khususnya dalam bidang *e-learning*.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teori

1. *E-learning*

Menurut Munir (2008), *e-learning* berarti pembelajaran dengan menggunakan media atau jasa bantuan perangkat elektronika. Apabila mengacu pada definisi ini, tidak semua *e-learning* dilakukan secara *online* dan jarak jauh. Banyak sekali istilah yang digunakan untuk mengemukakan pendapat/gagasan tentang pembelajaran elektronik, antara lain adalah: *Online Educational Delivery Applications* (OEDA), *Virtual Learning Environments* (VLE), *Web Learning Environments* (WLE), *Managed Learning Environments* (MLE) atau *Network Learning Environments* (NLE)(Anggoro, 2005).

Dalam pemanfaatannya, *e-learning* menggunakan media *audio*, *video*, perangkat komputer, atau kombinasi dari ketiganya. Pada umumnya, *e-learning* adalah proses pembelajaran dengan menggunakan/memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi, khususnya *internet*, agar pengajar dan pelajar dapat berkomunikasi tanpa dibatasi oleh ruang dan waktu. Peran *internet* tidak dapat dilepaskan dari penggunaan *e-learning*. Menurut Williams (1999), *internet* adalah “*a large collection of computers in networks that are tied together so that many users can share their vast resources*”. *E-learning* mempermudah interaksi antara mahasiswa dengan bahan belajar. Demikian juga interaksi antara mahasiswa dengan dosen dan antara sesama mahasiswa (Muzid & Munir, 2005).

Menurut Wahono (2008) secara garis besar, apabila menyebut tentang

e-learning, ada tiga komponen utama yang menyusun *e-learning* tersebut, yaitu:

a. *E-learning Infrastructure* (Peralatan)

Infrastruktur *e-learning* dapat berupa *personal computer* (PC), jaringan komputer dan perlengkapan *multimedia*. termasuk di dalamnya peralatan telekonferensi yang memberikan layanan *synchronous learning* melalui telekonferensi.

b. *E-learning system* (Sistem)

Sistem perangkat lunak yang memvirtualisasi proses belajar mengajar konvensional. Bagaimana manajemen kelas, pembuatan materi atau konten, forum diskusi, sistem penilaian (rapor), sistem ujian *online* dan segala fitur yang berhubungan dengan manajemen proses belajar mengajar. Sistem perangkat lunak tersebut sering disebut dengan *Learning Management System* (LMS).

c. *E-learning Content* (Isi)

Konten dan bahan ajar yang ada pada *e-learning system*. Konten dan bahan ajar ini bisa dalam bentuk *multimedia-based content* (konten berbentuk multimedia interaktif) atau *text-based content* (konten berbentuk teks seperti pada buku pelajaran biasa).

Dilihat dari jenisnya, *e-learning* dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu yang berbayar dan yang gratis (*open source*). *E-learning* yang berbayar contohnya: Blackboard, Pearson's eCollege, Edvance360, Jenzabar e-Racer dan SharePoint LMS. Sedangkan *e-learning* yang *open source* contohnya: Moodle, Sakai, Canvas, LoudCloud, OLAT dan Claroline.

2. Pendekatan standar kualitas dalam *e-learning*

Kualitas dalam bidang pembelajaran, khususnya *e-learning* menjadi isu yang muncul dalam beberapa tahun terakhir. Berbagai macam pendekatan telah dikembangkan dan diimplementasikan di beberapa insitusi untuk menilai kualitas dari suatu *e-learning*. Namun, semua teknik pendekatan tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda, baik dari sisi cakupan maupun dari sisi metodologi. Tidak ada satupun teknik penilaian kualitas yang disepakati untuk digunakan secara global karena kualitas dipandang sebagai sebagai sesuatu yang berbeda, tergantung dari sudut pandang dan dimensi tertentu.

ISO (2000) mendeskripsikan kualitas dalam standar ISO 9000:2000 sebagai “kemampuan dari karakteristik suatu produk, sistem atau proses untuk memenuhi kebutuhan dari konsumen dan pihak lain yang membutuhkan.” Akan tetapi definisi ini masih terlalu umum untuk diaplikasikan dalam *e-learning*. Dari sudut pandang yang lain, kualitas bergantung pada ruang lingkup dan tujuan. Berbagai macam konsep telah dikembangkan untuk tujuan tertentu, seperti *total quality management* (Deming, 1982).

Adanya standar kualitas memberikan keuntungan pada suatu organisasi, seperti yang disampaikan oleh Stracke (2009) berikut ini:

- a. *Competitiveness*, sebagai *benchmark* untuk performa.
- b. *Economics*, proses yang bersih dan mengurangi kesalahan.
- c. *Motivation*, transparansi dan keterlibatan dari stakeholders yang ada.
- d. *Image*, standar kualitas yang sudah diterima secara internasional.
- e. *Planning reliability*, manajemen resiko.

- f. *Customer orientation*, sebagai media partnership.
- g. *Continuous improvement cycle*, sebagai media evaluasi dan optimasi.

Dalam konteks pendekatan kualitas *e-learning*, telah terjadi perdebatan antar ahli maupun praktisi. Berbagai macam pendekatan telah dikembangkan dan diimplementasikan di beberapa bidang, seperti pendidikan tinggi (Cruickshank, 2003), sekolah (Greenwood & Gaunt, 1994) dan industri (Yasin, Alavi, Kunt, & Zimmerer, 2004). Semua pendekatan tersebut berbeda dalam beberapa aspek, seperti sekup dan metodologi, sehingga perlu adanya standardisasi yang berlaku secara global.

Berbagai macam standar yang digunakan dalam menilai kualitas *e-learning* belum mendukung adanya *interoperability* dan hanya dapat diaplikasikan pada institusi tertentu. Oleh karena itu, pada tahun 2005 ISO sebagai lembaga standardisasi internasional mengeluarkan standar yang dapat digunakan untuk menilai kualitas suatu *e-learning*. Standar tersebut adalah ISO 19796. ISO 19796 terdiri dari beberapa bagian, yaitu: ISO 19796-1 tentang Reference Process Model, ISO 19796-2 tentang *harmonized quality model*, ISO 19796-3 tentang *reference methods and metrics*, ISO 19796-4 tentang *best practice and implementation guide* dan ISO 19796-5 tentang *guide how to use ISO 19796-1*(ISO, 2005).

Selain pendekatan yang disampaikan oleh beberapa ahli tersebut, Pawlowski (2007) memberikan beberapa daftar pendekatan standar kualitas yang digunakan dalam *e-learning* dan digunakan secara spesifik dalam dunia pendidikan seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 1. Beberapa macam standar kualitas (Pawlowski, 2007)

Jenis Standar	Tujuan	Contoh
Pendekatan kualitas secara umum	Konsep untuk implementasi kualitas dalam manajemen	<ul style="list-style-type: none"> - ISO 9000:2000 (International Organization for Standardization, 2000) - EFQM (<i>European Foundation for Quality Management</i>)
Pendekatan kualitas untuk proses pembelajaran, termasuk <i>e-learning</i>	Konsep implementsai kualitas dalam membangun sistem <i>e-learning</i> , mencakup beberapa aspek tertentu seperti teknologi yang digunakan, dsb.	<ul style="list-style-type: none"> - BLA Quality Mark (<i>British Learning Association</i>) - QAA Framework (<i>Consortium for Excellence in Higher Education</i>) - Quality on the Line Benchmarks (<i>Institute for Higher Education Policy</i>) - ASTD Quality Criteria, American Society for Training & Development - Learning Object Metadata IEEE Learning Technology Standards Committee - Data Quality

ISO 19796-1 menyediakan model proses yang dikelompokkan menjadi 7 kategori, yaitu: NA (*Need Analysis*), FA (*Framework Analysis*), CD (*Conception/design*), DP (*Development/production*), IM (*Implementation*), LP (*Learning process*), dan EO (*Evaluation/optimization*). Dalam suatu penelitian

yang dilakukan di Huazhong Normal University telah dilakukan riset terhadap kategori *need analysis* dan *framework analysis* (Zhou, 2009), sementara penelitian yang dilakukan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember telah mendeskripsikan kriteria dari kategori *conception/design* dan *learning process* (Cahyani, 2010).

Penelitian ini menggunakan standar ISO 19796-1. Standar ISO 19796-1 bukan bertujuan untuk sertifikasi, tetapi digunakan sebagai suatu *framework* yang menyediakan keseragaman penilaian kualitas, *format* data agar penilaian kualitas menjadi *interoperable* dan terstandardisasi, dan menjadi *template* untuk proses pembuatan, implementasi dan proses perbaikan kualitas *e-learning* dalam sebuah organisasi. Secara umum ISO 19796-1 terdiri dari 2 bagian, yaitu deskripsi model dan referensi proses dari suatu *e-learning*.

Tabel 2. Referensi proses menurut ISO 19796-1

ID	Category	Description/sub-process
1	Need analysis	Identification and description of requirements, demands, and constraints of an educational project
		1.1 Initiation 1.2 Stakeholder identification 1.3 Definition of objectives 1.4 Demand analysis
2	Framework analysis	Identification of the framework and the context of an educational process
		2.1 Analysis of the external context 2.2 Analysis of staff resources 2.3 Analysis of target groups 2.4 Analysis of the institutional and organizational context 2.5 Time and budget planning 2.6 Environment analysis
3	Conception/design	Conception and design of an educational process

ID	Category	Description/sub-process
		3.1 Learning objectives 3.2 Concept for contents 3.3 Didactical concept/methods 3.4 Roles and activities 3.5 Organizational concept 3.6 Technical concept 3.7 Concept for media and interaction design 3.8 Media concept 3.9 Communication concept 3.10 Concept for tests and evaluation 3.11 Concept for maintenance
4	Development/production	Realization of concepts
		4.1 Content realization 4.2 Design realization 4.3 Media realization 4.4 Technical realization 4.5 Maintenance
5	Implementation	Description of the implementation of technological components
		5.1 Testing of learning resources 5.2 Adaptation of learning resources 5.3 Activation of learning resources 5.4 Organization of use 5.5 Technical infrastructure
6	Learning process	Realization and use of the learning process
		6.1 Administration 6.2 Activities 6.3 Review of competency levels
7	Evaluation/optimization	Description of the evaluation method, principles, and procedures
		7.1 Planning 7.2 Realization 7.3 Analysis 7.4 Optimization/improvement

Dalam suatu penelitian yang dilakukan oleh Stracke (2009) tentang penilaian kualitas pada *e-learning* dan pendidikan berbasis ISO 19796-1, dari definisi yang ada pada standar ISO, maka dibagi tahapan dalam proses adaptasi ISO 19796 kedalam 3 level konsep, yaitu: kepedulian terhadap kualitas (*quality awareness*) pada tingkat individu, strategi untuk meningkatkan kualitas

(*quality strategy*) pada tingkat organisasi dan pengembangan kualitas (*quality development*) pada tingkat integrasi dengan *stakeholder*. Peneliti juga menekankan perlunya adaptasi dengan kebutuhan *stakeholder* dalam mengimplementasikan ISO 19796-1 ini. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan instrumen yang sesuai dengan pengukuran kualitas *e-learning* berdasarkan ISO 19796-1. Instrumen yang digunakan merupakan tabel pertanyaan dengan jawaban ya/tidak. Instrumen ini dibuat oleh Cahyani (2010) dalam penelitiannya yang berjudul: Penilaian Kualitas Sistem *E-learning* iengan Menggunakan ISO 19796-1 (terlampir). Hasil dari penilaian akan dikalikan dengan bobot kategori yang dihitung dengan menggunakan teknik *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

3. *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Analytical Hierarchy Process merupakan salah satu teknik dalam pengambilan keputusan. Saaty (1987) menyatakan bahwa AHP merupakan teori pengukuran yang digunakan untuk menderivasikan skala rasio baik dari perbandingan-perbandingan berpasangan diskrit maupun kontinyu. Diperlukan hirarki dalam menggunakan AHP untuk mendefinisikan masalah dan perbandingan berpasangan untuk menentukan hubungan dalam struktur tersebut. Saaty (1993) menguraikan metode AHP yang dilakukan dengan cara memodelkan permasalahan secara bertingkat yang terdiri dari kriteria dan alternatif.

Dalam dua dekade terakhir, AHP cukup populer dan banyak diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari, seperti dalam bidang bisnis, energi, kesehatan, transportasi dan perumahan (Vaidya & Kumar, 2006). Menurut Sinaga (2010),

Analytic Hierarchy Process (AHP) dapat menyederhanakan masalah yang kompleks dan tidak terstruktur, strategik dan dinamik menjadi bagiannya, serta menjadikan variabel dalam suatu hirarki (tingkatan). Masalah yang kompleks dapat diartikan bahwa kriteria dari suatu masalah yang begitu banyak (multikriteria), struktur masalah yang belum jelas, ketidakpastian pendapat dari pengambil keputusan, pengambil keputusan lebih dari satu orang, serta ketidakakuratan data yang tersedia.

Menurut Sinaga (2010), proses pengambilan keputusan dengan metode AHP didasarkan pada langkah-langkah berikut:

- 1) Langkah pertama adalah mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan.
- 2) Langkah kedua adalah membuat struktur hirarki yang diawali dengan tujuan umum, dilanjutkan dengan kriteria–kriteria dan alternatif–alternatif pilihan yang ingin dibuat ranking.
- 3) Langkah ketiga adalah menentukan matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan dominasi atau pengaruh setiap elemen terhadap masing–masing tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya. Perbandingan dilakukan berdasarkan pilihan atau *judgement* dari pembuat keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya. Menentukan susunan prioritas elemen dalam proses AHP adalah dengan menyusun perbandingan berpasangan dari seluruh elemen untuk setiap sub hirarki. Proses tersebut diulangi pada semua hirarki. Perbandingan tersebut ditransformasikan dalam bentuk matriks. Contoh, terdapat n objek yang

dinotasikan dengan (A_1, A_2, \dots, A_n) yang akan dinilai berdasarkan pada nilai tingkat kepentingannya antara lain A_i dan A_j dipresentasikan dalam matriks *pair-wise comparison*. Maka dari beberapa perbandingan tersebut disusun sebuah matriks yang berpasangan. Tabel 3 memberikan gambaran tentang bagaimana matriks dengan ordo N disusun:

Tabel 3. Matriks perbandingan berpasangan

	A_1	A_2	...	A_n
A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots
A_n	a_{n1}	a_{n2}	...	a_{nn}

Nilai a_{11} adalah nilai perbandingan elemen A_1 (baris) terhadap A_1 (kolom) yang menyatakan hubungan seberapa jauh tingkat kepentingan pada elemen ke- A_1 (baris) terhadap elemen ke- A_1 (kolom). Jika nilai a_{11} lebih besar dari 1 maka bisa dikatakan elemen A_1 (baris) lebih dominan dibanding elemen A_1 (kolom). Nilai pada tiap elemen tidak diberikan tanpa acuan, melainkan berpedoman pada nilai skala Saaty.

Nilai pada tiap kolom diisi dengan nilai numerik sesuai dengan skala Saaty berikut:

Tabel 4. Skala Saaty (Saaty, 1993)

Skala	Definisi	Keterangan
1	<i>Equal importance</i> (sama penting)	Kedua elemen memiliki pengaruh yang sama
3	<i>Moderate importance</i>	Pengalaman dan penilaian sangat memihak satu elemen dibandingkan dengan pasangannya
5	<i>Strong importance</i>	Satu elemen sangat disukai dan secara praktis dominasinya sangat nyata, dibandingkan dengan elemen pasangannya
7	<i>Very strong or demonstrated importance</i>	Satu elemen terbukti sangat disukai dan secara praktis dominasinya sangat kuat, dibandingkan dengan elemen pasangannya
9	<i>Extreme importance</i>	Satu elemen mutlak lebih disukai jika dibandingkan dengan pasangannya, pada tingkat keyakinan tertinggi
2, 4, 6, 8	<i>For compromise between the above values</i>	Nilai diantara dua pilihan yang berdekatan
Resiprokal	Kebalikan	Jika elemen <i>i</i> memiliki salah satu angka diatas ketika dibandingkan elemen <i>j</i> , maka <i>j</i> memiliki kebalikannya ketika dibanding elemen <i>i</i>

- 4) Langkah keempat adalah menormalkan data yaitu dengan membagi nilai dari setiap elemen di dalam matriks yang berpasangan dengan nilai total dari setiap kolom.
- 5) Langkah kelima adalah menghitung nilai *eigen vector* dan menguji konsistensinya, jika tidak konsisten maka pengambilan data (preferensi) perlu diulangi.
- 6) Langkah keenam adalah mengulangi langkah 3, 4, dan 5 untuk seluruh tingkat hirarki.
- 7) Langkah selanjutnya adalah menghitung *eigen vector* dari setiap matriks perbandingan berpasangan. Nilai *eigen vector* merupakan bobot setiap elemen. Langkah ini untuk mensintesis pilihan dalam penentuan prioritas elemen– elemen pada tingkat hirarki terendah sampai pencapaian tujuan.
- 8) Langkah terakhir adalah menguji konsistensi hirarki. Jika tidak memenuhi batas konsistensi dengan $CR < 0,100$ maka penilaian harus diulang kembali. Proses pengujian rasio konsistensi dimulai dengan menghitung rasio penyimpangan (deviasi) konsistensi (*consistency index*).

Saaty (1987) memberikan rumus untuk menghitung indeks konsistensi dari matriks berordo n sebagai berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

CI = Rasio penyimpangan (deviasi) konsistensi (*consistency index*)

λ_{max} = Nilai eigen maksimal dari matriks berordo n

n = Ordo matriks

Apabila CI bernilai nol, maka *pair wise comparison matrix* tersebut konsisten. Batas ketidakkonsistenan (*inconsistency*) yang telah ditetapkan oleh Saaty ditentukan dengan menggunakan Rasio Konsistensi (CR), yaitu perbandingan indeks konsistensi dengan nilai random indeks (RI) yang didapatkan dari suatu eksperimen oleh Oak Ridge National Laboratory kemudian dikembangkan oleh Wharton School. Nilai ini bergantung pada ordo matriks n . Rasio Konsistensi (CR) dirumuskan sebagai berikut :

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

CI = rasio penyimpangan (deviasi) konsistensi (*consistency index*)

RI = *random index*

Nilai random indeks dihitung berdasarkan tabel berikut:

Tabel 5. Nilai *random index* (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0,000	0,000	0,580	0,900	1,120	1,240	1,320	1,410	1,450

n	10	11	12	13	14	15
RI	1,490	1,510	1,480	1,560	1,570	1,590

Jika nilai CR dari matriks *pair-wise comparison* yang dihitung lebih kecil dari 0,100 maka ketidakkonsistenan penilaian dari *decision maker* masih dapat diterima, tetapi jika tidak maka penilaian perlu diulang. Jika hasil pembobotan sudah konsisten maka langkah selanjutnya adalah melakukan agregasi terhadap hasil pembobotan dari beberapa ahli tersebut. Agregasi dilakukan dengan menggunakan teknik *geometric mean method*. *Geometric mean method*

merupakan salah satu metode dalam menghitung rata-rata. Berlawanan dengan *arithmetic mean* atau perhitungan rata-rata biasa, *geometric mean method* menghitung rata-rata berdasarkan produk dari nilai bilangan yang akan dirata-rata. *Geometric mean method* digunakan untuk membandingkan beberapa item yang memiliki *range* atau skala yang berbeda dan dapat memberikan hasil yang lebih bermakna jika dibandingkan dengan rata-rata yang dihasilkan oleh *arithmetic mean* biasa. Rumus dari *geometric mean method* adalah:

$$\left(\prod_{i=1}^n a_i \right)^{1/n} = \sqrt[n]{a_1 a_2 \cdots a_n}.$$

$a_1, a_2 \dots a_n = \text{data set}$

$n = \text{jumlah data}$

Contoh implementasi dari *geometric mean method* adalah sebagai berikut:

Misal jika kita memiliki 4 data set, yaitu bilangan 4, 8, 12 dan 10, maka *geometric mean* dari data set tersebut adalah: $\sqrt[4]{4 \cdot 8 \cdot 12 \cdot 10} = \sqrt[4]{3840} = 7,872$.

4. *Unified Modeling Language (UML)*

Unified Modeling Language (UML) yang dirilis oleh *Object Management Group (OMG)* merupakan sebuah diagram yang telah diterima secara luas sebagai standar dalam membuat model perangkat lunak yang berorientasi objek (Saxena & Shrivastava, 2009). UML dipilih sebagai *tool* untuk membuat model dalam penelitian ini karena aplikasi yang dikembangkan berorientasi objek. UML cukup efektif untuk menggambarkan aliran data dalam sebuah program karena dalam sebuah program yang berorientasi objek biasanya terdapat thread dan proses-proses yang terjadi secara konkuren. Tidak ada batasan yang jelas antara aneka

ragam konsep dan konstruksi di dalam UML, tapi untuk pemahaman yang lebih mudah, UML dibagi menjadi beberapa *view* atau pandangan. *View* atau pandangan adalah bagian yang sederhana dari konstruksi pemodelan UML yang merepresentasikan aspek dari sebuah sistem. Pembagian menjadi *view* atau pandangan yang berbeda bukanlah sesuatu yang baku tergantung dari kebutuhan, tapi diharapkan dengan adanya *view* akan memudahkan konstruksi UML. Satu atau lebih diagram merepresentasikan konsep notasi visual pada setiap *view* atau pandangan.

Pada *level* atas, *view* atau pandangan dapat dibagi menjadi tiga area:

- a. Klasifikasi struktural (*structural clasification*), mendeskripsikan hubungan segala hal yang ada di dalam sistem
- b. Kelakuan dinamik (*dynamic behavior*), mendeskripsikan kelakuan sistem, atau urutan perubahan yang dialami sistem
- c. Pengelolaan model (*model management*), mendeskripsikan keterkaitan organisasi dengan hirarki unit yang ada di dalam sistem

UML memiliki beberapa diagram. Tabel 6 berikut menjelaskan tentang diagram-diagram yang digunakan dalam UML:

Tabel 6. Keterkaitan *view* dan struktur diagram UML

Area Mayor	View	Diagram
Struktural	<i>Static view</i> <i>view</i> atau pandangan yang tidak bergantung pada waktu	diagram kelas
	<i>Use case view</i> <i>view</i> atau pandangan dari segi fungsionalitas	diagram <i>use case</i>

Area Mayor	View	Diagram
	sistem	
	<i>implementation view</i> view atau pandangan dari segi komponen implementasi sistem	diagram komponen
	<i>deployment view</i> view atau pandangan dari segi node tempat komponen di-deploy	diagram <i>deployment</i>
Dinamik	<i>state machine view</i> view atau pandangan dari segi status yang dialami sistem berdasarkan objek-objek sistem	diagram status
	<i>activity view</i> view atau pandangan dari segi aktivitas yang dilakukan oleh sistem	diagram aktivitas
	Diagram interaksi	diagram sekuen
		diagram kolaborasi
pengelolaan model (<i>model-management</i>)	<i>model-management view</i> view atau pandangan dari segi pengelolaan model sistem	diagram kelas

UML merupakan diagram yang saling terkait oleh karena itu perlu adanya konsistensi rancangan antara satu diagram dengan dengan diagram lainnya, bukan asal menggambar.

5. Aplikasi Web

Website pertama kali ditemukan oleh Tim Berners-Lee, seorang peneliti di CERN sekitar tahun 1989 (University, 2002). Sejak pertama kali ditemukan, teknologi *web* telah berkembang dengan sangat cepat hingga muncul aplikasi *web*. Menurut Al-Fedaghi (2011) aplikasi *web* yang dimaksud di sini merujuk pada aplikasi yang diakses melalui *web browser* pada jaringan dan dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman untuk *web* (seperti: HTML, JavaScript, PHP). Saat ini ada beragam aplikasi *web* yang dibuat dan bersifat *multiplatform* atau bisa di jalankan di berbagai *platform* dengan sistem operasi yang berbeda-beda. Hal ini tentu menjadi keuntungan mengingat banyaknya sistem operasi yang digunakan baik dalam perangkat desktop ataupun perangkat mobile seperti *smartphone*. Aplikasi web cukup mudah diakses karena hanya membutuhkan *web browser* yang biasanya sudah menjadi bawaan sebuah sistem operasi tanpa membutuhkan aplikasi tambahan. Dalam proses pengembangan aplikasi *web* tentunya harus menggunakan metode yang benar dan memperhatikan aspek rekayasa perangkat lunak karena metode pengembangan perangkat lunak memegang peranan yang penting dalam pembuatan aplikasi web (Papazoglou, Traverso, Dustdar, & Leymann, 2009).

6. Framework dalam Pengembangan Aplikasi Web

Aplikasi *web* bisa dikembangkan dengan menggunakan berbagai macam bahasa pemrograman, salah satunya adalah PHP. PHP cukup populer di kalangan pengembang *web* karena beberapa kelebihan yang dimilikinya, yaitu: performa, *open source*, skalabilitas dan portabilitas (Supaartagorn, 2011). Dari sisi

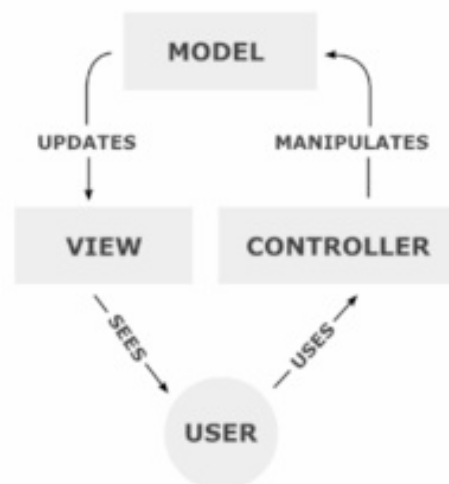
performa, kelebihan PHP adalah mampu menjalankan banyak fungsi logika. Dari sisi *open source* jelas bahwa PHP memiliki lisensi gratis dan bersifat *open source* sehingga kode dalam bahasa pemrograman PHP bebas didistribusikan dan dimodifikasi. Kelebihan dari sisi skalabilitas yang dimiliki PHP adalah kemudahan konfigurasi sehingga dapat digunakan pada sistem dengan skala kecil sampai skala besar. Dari sisi portabilitas, kelebihan PHP adalah dapat dijalankan di berbagai sistem operasi mulai dari FreeBSD, Linux, Windows sampai OSX. Dalam pengembangan aplikasi *web*, biasanya menggunakan basis data untuk menyimpan data. Bahasa yang digunakan untuk proses manipulasi data dalam basis data adalah *Structure Query Language* (SQL). Permasalahannya adalah bahasa yang digunakan dalam SQL tidak mudah digunakan oleh orang yang tidak memiliki kemampuan dalam teknologi basis data karena antarmuka yang digunakan berupa teks dan struktur perintahnya bersifat tekstual (Avensano, Canfora, Lucia, & Stefanucci, 2002).

Berawal dari permasalahan ini maka muncul solusi dengan mengembangkan *framework* yang didesain untuk mendukung dan memudahkan proses pengembangan aplikasi *web*. *Framework* memudahkan pekerjaan yang berhubungan dengan teknologi yang rumit dalam proses pengembangan aplikasi *web* dan memudahkan dalam menulis kode yang konsisten, lebih sedikit *bugs* dan menyediakan lebih banyak pilihan untuk mengembangkan aplikasi (Clifton, 2003). Secara umum, *framework* untuk *web* didefinisikan sebagai kerangka aplikasi di mana pengembang bisa menulis kode di dalamnya dan menyediakan fungsi-fungsi yang umum (Ngunyen, 2012). *Framework* dibuat dari kumpulan objek yang

dibagi ke dalam beberapa kelas sehingga sebuah *framework* bersifat *reusable*, baik dari sisi desain atau kode (Gamma, Helm, Johnson, & Vlissides, 1995). *Framework* secara signifikan dapat mengurangi waktu, usaha dan juga sumber daya yang dibutuhkan untuk mengembangkan sebuah aplikasi *web*, terlebih karena arsitektur *framework* bersifat terbuka sehingga mudah untuk dikembangkan dan memiliki standar umum (Shan & Hua, 2006).

Framework untuk aplikasi *web* biasanya menggunakan pola *Model View Controller* (MVC). MVC diperkenalkan oleh penemu Smalltalk, Trygve Reeskaug (Uyun & Ma'arif, 2010). Pola MVC terbukti sebagai metode yang efektif untuk membuat dan mengorganisir aplikasi *modular* (Hofmeister, Nord, & Soni, 2000).

Pola MVC terdiri dari 3 bagian, yaitu: *Model* yang bertugas menangani masalah pengolahan data, *View* bertugas menangani proses rendering tampilan dan *Controller* yang bertugas menjembatani proses interaksi antara *View* dan *Model* atau ke pengguna. Berikut skema dari pola MVC:



Gambar 1. Pola *Model View Controller* (MVC)

Ada berbagai macam *framework* aplikasi *web*, salah satunya yang terkenal adalah CodeIgniter. *Framework* CodeIgniter dapat dipakai dalam pengembangan aplikasi *web* yang menggunakan bahasa pemrograman PHP. CodeIgniter yang dikembangkan oleh EllisLab memiliki beberapa kelebihan yaitu: memiliki performa yang bagus, dokumentasi yang bagus, fleksibel untuk dikembangkan ke dalam bentuk *modular*, memiliki fleksibilitas dalam aturan penulisan kode dan mudah digunakan (EllisLab, 2013). Dengan menggunakan *framework* CodeIgniter, pengembang dapat mengurangi jumlah baris kode program, sehingga dapat meminimalisasi kesalahan penulisan kode program dan *bugs*, mengurangi ukuran *file*, serta mempercepat eksekusi program (Upton, 2007).

7. Kualitas Perangkat Lunak

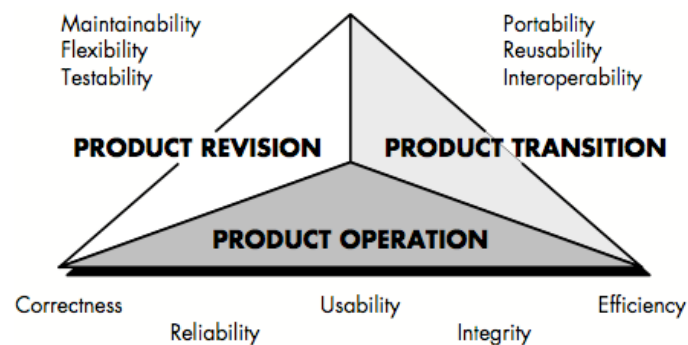
Kualitas perangkat lunak memiliki banyak definisi dan menimbulkan berbagai perdebatan. Kontroversi tersebut muncul karena orang-orang tidak sepakat dengan definisi mengenai kualitas tersebut (Cote, Suryn, & Georgiadou, 2006). Salah satu definisi yang disepakati banyak pihak adalah dari Pressman (Pressman, 2010, p. 400) yang mendefinisikan kualitas perangkat lunak sebagai:

“An effective software process applied in a manner that creates a useful product that provides measureable value for those who produce it and those who use it”.

Dengan demikian kualitas perangkat lunak dapat diartikan sebagai proses yang efektif yang diwujudkan dalam bentuk produk yang dapat memberikan manfaat dan dapat diukur.

Penelitian tentang kualitas perangkat lunak sudah dimulai sejak lama. Salah satu pendekatan yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah tentang

model yang digunakan. Oleh karena itu model kualitas telah menjadi instrumen yang umum digunakan untuk mengukur kualitas perangkat lunak (Deissenboeck, Quergens, Lochmann, & Wagner, 2009). Ada beberapa model kualitas perangkat lunak yang telah dikembangkan. McCall (McCall, Richards, & Walters, 1977) mengenalkan model kualitas perangkat lunak pada tahun 1977. Menurut Plfeeger (2001) model kualitas perangkat lunak dari McCall tersebut adalah yang pertama dipublikasikan. Menurut Pressman (2010, p. 402) model kualitas perangkat lunak McCall memiliki fokus pada 3 aspek penting dari perangkat lunak, yaitu: karakteristik operasional, kemampuan dalam menerima perubahan dan adaptabilitas terhadap lingkungan baru. Gambar 2 menjelaskan ketiga aspek tersebut:



Gambar 2. Model kualitas perangkat lunak menurut McCall (McCall et al., 1977)

Penjelasan faktor kualitas perangkat lunak menurut McCall adalah sebagai berikut:

- a. *Correctness*, berkaitan dengan kemampuan program memenuhi spesifikasi dan tujuan yang diinginkan pengguna.
- b. *Reliability*, berkaitan dengan kemampuan program untuk menjalankan fungsinya sesuai dengan tingkat presisi yang telah ditentukan.

- c. *Efficiency*, berkaitan dengan jumlah sumber daya komputer dan kode yang dibutuhkan oleh program untuk menjalankan fungsinya.
- d. *Integerity*, berkaitan dengan kontrol akses terhadap perangkat lunak atau data.
- e. *Usability*, berkaitan dengan usaha yang dibutuhkan oleh pengguna untuk mempelajari, mengoperasikan, menyiapkan *input*, dan menginterpretasikan *output* dari program.
- f. *Maintainability*, berkaitan dengan usaha yang diperlukan untuk menemukan dan mengatasi kesalahan di dalam program.
- g. *Flexibility*, berkaitan dengan usaha yang diperlukan untuk mengubah program yang beroperasi.
- h. *Testability*, berkaitan dengan usaha yang diperlukan untuk menguji sebuah program untuk memastikan bahwa program tersebut dapat berjalan sesuai dengan fungsinya.
- i. *Portability*, berkaitan dengan usaha yang diperlukan untuk dapat mentransfer program dari suatu lingkungan perangkat keras atau lunak tertentu ke lingkungan yang lain.
- j. *Reusability*, berkaitan dengan bagaimana suatu bagian dari program dapat digunakan kembali di dalam program lain.
- k. *Interoperability*, berkaitan dengan usaha yang diperlukan untuk menghubungkan sebuah sistem dengan sistem yang lain.

Masalah ditemukan dalam implementasi karena cukup susah, bahkan dalam beberapa kasus tidak mungkin dilakukan pengukuran secara langsung terhadap faktor kualitas tersebut (Cote et al., 2006). Oleh karena itu muncul model

kualitas perangkat lunak yang dirilis oleh ISO 9126. Standar ISO 9126 dikembangkan dengan tujuan mengidentifikasi faktor kunci dalam kualitas perangkat lunak.

Dalam bukunya, Pressman (2010, p. 403) menjelaskan 6 faktor tersebut sebagai berikut:

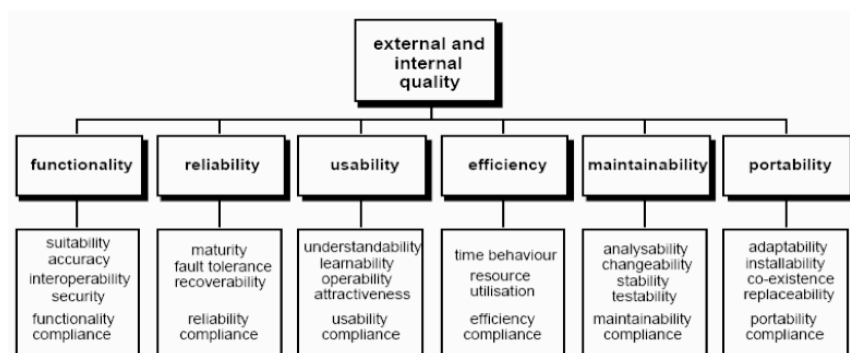
- a. *Functionality*, kemampuan perangkat lunak untuk memenuhi kebutuhan pengguna yang diindikasikan pada sub faktor berikut : *suitability*, *accuracy*, *interoperability*, *security* , dan *functionality compliance*.
- b. *Reliability*, berkaitan dengan kapabilitas sebuah perangkat lunak untuk mampu menjaga level performa yang dimilikinya. Faktor ini dapat ditunjukan oleh beberapa sub faktor yaitu : *maturity*, *fault tolerance*, *recoverability*, dan *reliability compliance*.
- c. *Usability*, berkaitan dengan kemudahan perangkat lunak untuk digunakan yang diindikasikan pada sub faktor berikut : *understandability*, *learnability*, *operability*, *attractiveness*, dan *usability compliance*.
- d. *Efficiency*, kemampuan perangkat lunak memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara optimal, diindikasikan pada beberapa sub faktor yaitu : *time behavior*, *resource utilization*, dan *efficiency compliance*.
- e. *Maintainability*, berkaitan dengan kemudahan suatu perangkat lunak untuk diperbaiki di kemudian hari, diindikasikan oleh sub faktor berikut ini : *analyzability*, *changeability*, *stability*, *testability*, dan *maintainability compliance*.

- f. *Portability*, berkaitan dengan kemudahan perangkat lunak untuk dipindahkan atau diakses dari satu lingkungan tertentu ke lingkungan yang lain yang diindikasikan pada sub faktor berikut : *adaptability*, *installability*, *conformance*, *replaceability*, dan *portability compliance*.

ISO 9126 sudah mengalami beberapa revisi dan saat ini sudah terbagi menjadi empat bagian, yaitu:

- ISO/IEC 9126-1 (ISO/IEC, 2001a) menjelaskan tentang model kualitas yang terbaru.
- ISO/IEC 9126-2 (ISO/IEC, 2003a) menjelaskan tentang satu set ukuran kualitas eksternal perangkat lunak.
- ISO/IEC 9126-3 (ISO/IEC, 2003b) menjelaskan tentang satu set ukuran kualitas internal perangkat lunak.
- ISO/IEC 9126-4 (ISO/IEC, 2001b) menjelaskan tentang satu set penggunaan metrik kualitas.

Berikut ini bagan dari faktor-faktor kualitas perangkat lunak menurut ISO 9126 yang sudah direvisi:



Gambar 3. Faktor-faktor kualitas perangkat lunak menurut ISO 9126 (ISO/IEC, 2001a)

8. Faktor Kualitas *Functionality*

Pressman (2010, p. 403) mendefinisikan *functionality* sebagai kemampuan perangkat lunak untuk memenuhi kebutuhan pengguna. Sementara McCall (McCall et al., 1977) mendefinisikan *functionality* sebagai aspek yang menunjukkan bahwa produk perangkat lunak mampu mengakomodasikan apa yang diperlukan oleh pengguna. Sementara ISO/IEC (1991) mendefinisikan *functionality* sebagai “*the capability of the software product to provide functions which meet stated and implied needs when the software is used under specified condition*”. Dari beberapa definisi tersebut *functionality* dapat diartikan sebagai kemampuan perangkat lunak untuk menyediakan fungsi sesuai kebutuhan pengguna saat digunakan dalam kondisi tertentu.

Faktor kualitas *functionality* dapat diuji dengan melakukan analisis fungsionalitas dari setiap komponen pada suatu perangkat lunak. Metode yang digunakan adalah *black-box testing*. Pressman (2010) menjelaskan bahwa *black-box testing* atau *behavioral testing* merupakan pengujian yang memiliki fokus pada kebutuhan fungsional dari suatu perangkat lunak. Dengan melakukan pengujian ini, analisis sistem dapat memperoleh kumpulan kondisi *input* yang akan mengerjakan seluruh keperluan fungsional program dan *output* yang akan dihasilkan pada kondisi *input* tertentu. Pengujian yang dilakukan adalah dengan menghitung jumlah fitur fungsional yang terdapat pada aplikasi, kemudian dibandingkan dengan fitur fungsional yang berjalan. Hasil dari pengujian tersebut kemudian dianalisis dengan metode analisis deskriptif.

9. Faktor Kualitas *Reliability*

Pressman (2010, p. 403) mendefinisikan *reliability* sebagai aspek yang berkaitan dengan kapabilitas sebuah perangkat lunak untuk mampu menjaga level performa yang dimilikinya. *Reliability* merupakan salah satu elemen penting dalam kualitas perangkat lunak secara keseluruhan. Jika suatu program berulang kali gagal untuk menjalankan operasi pada tingkat performansi tertentu maka program tersebut memiliki kualitas yang buruk. Tidak seperti faktor kualitas yang lain, *reliability* dari perangkat lunak dapat diukur secara langsung dengan menggunakan beberapa metrik. Dalam penelitian ini, *reliability* diukur dengan menggunakan *tool* dari LoadImpact. *Tool* ini dapat melakukan *stress testing* pada *website* dan dapat mengukur tingkat kegagalan sistem sehingga dapat memberikan gambaran faktor kualitas *reliability* dari *website* tersebut.

10. Faktor Kualitas *Usability*

Usability merupakan faktor kualitas yang berhubungan langsung dengan pengguna. Pressman (2010, p. 404) mendefinisikan *usability* sebagai kemudahan perangkat lunak untuk digunakan. Sementara ISO 9126 (ISO/IEC, 1991) mendefinisikan *usability* sebagai kemampuan perangkat lunak untuk dipahami, dipelajari, digunakan, dan menarik bagi pengguna, ketika digunakan dalam kondisi tertentu. Dari dua definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa *usability* merupakan faktor yang berhubungan dengan kemampuan perangkat lunak untuk dipahami oleh pengguna. Suatu program yang memiliki kualitas *usability* bagus akan mudah dipahami dan digunakan oleh pengguna.

Usability memiliki 3 sub karakteristik sebagai berikut:

- a. *Understandability*, kemampuan perangkat lunak dalam kemudahan untuk dipahami.
- b. *Learnability*, kemampuan perangkat lunak dalam kemudahan untuk dipelajari.
- c. *Operability*, kemampuan perangkat lunak dalam kemudahan untuk dioperasikan.

Pengujian faktor kualitas *usability* pada penelitian ini dilakukan dengan melakukan survei terhadap pengguna menggunakan angket kuisioner J.R. Lewis yang telah dipublikasikan dalam *paper IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use*. Paper ini telah dipublikasikan dalam *International Journal of Human Computer Interaction* pada tahun 1993. Angket kuisioner J.R. Lewis sudah banyak digunakan sebagai instrumen untuk melakukan penilaian terhadap faktor kualitas *usability* karena sudah memenuhi sub karakteristik dari aspek *usability*.

11. Faktor Kualitas *Efficiency*

Efficiency merupakan faktor kualitas perangkat lunak yang terkait dengan sumber daya. Pressman (2010, p. 404) mendefinisikan *efficiency* sebagai kemampuan perangkat lunak memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara optimal. Sementara ISO 9126 (ISO/IEC, 1991) mendefinisikan *efficiency* sebagai kemampuan perangkat lunak untuk memberikan kinerja yang sesuai dan relatif terhadap jumlah sumber daya yang digunakan pada keadaan tersebut. Kedua definisi tersebut hampir sama sehingga *efficiency* dapat disimpulkan sebagai

kemampuan perangkat lunak untuk memanfaatkan sumber daya yang ada secara optimal. *Efficiency* memiliki dua sub karakteristik, yaitu:

- a. *Time behavior*, kemampuan perangkat lunak dalam memberikan respon dan waktu pengolahan yang sesuai saat melakukan fungsinya.
- b. *Resource Utilization*, kemampuan perangkat lunak dalam menggunakan sumber daya yang dimilikinya ketika melakukan fungsi yang ditentukan.

Dalam penelitian ini faktor kualitas *efficiency* diukur dengan beberapa *tools* yaitu:

- a. *Yslow*, digunakan untuk mengukur tingkat performa dari website yang dikelompokkan pada kategori: *content*, *cookie*, *css*, *images*, *javascript* dan *server*. Hasil pengujian dengan *Yslow* juga memberikan gambaran tentang besarnya sumber daya yang digunakan oleh *website*.
- b. *PageSpeed Insight*, merupakan tool dari Google yang digunakan untuk menguji kecepatan loading suatu *website*. Hasil penilaian dengan PageSpeed Insight adalah skor dengan rentang 1-100. Semakin besar skor yang didapat maka semakin bagus suatu *website*. *Tool* ini digunakan untuk mengukur aspek *efficiency* pada sub karakteristik *time behaviour*.

Dengan menggunakan kedua tool tersebut hasil penilaian diharapkan dapat lebih obyektif.

12. Faktor Kualitas *Maintainability*

Pressman (2010, p. 404) mendefinisikan *maintainability* sebagai aspek pada perangkat lunak yang berkaitan dengan kemudahan suatu perangkat lunak untuk diperbaiki di kemudian hari. Sementara ISO 9126 (ISO/IEC, 1991) mendefinisikan *maintainability* sebagai kemampuan perangkat lunak untuk dimodifikasi. Modifikasi meliputi koreksi perbaikan atau adaptasi terhadap perubahan lingkungan, persyaratan, dan spesifikasi fungsional. Dengan demikian *maintainability* dapat disimpulkan sebagai kemampuan perangkat lunak untuk diperbaiki atau dimodifikasi jika terdapat koreksi atau adaptasi terhadap perubahan lingkungan atau perubahan spesifikasi. Dalam penelitian ini, faktor kualitas *maintainability* diuji dengan menggunakan beberapa metrik dan diuji dengan operasi tertentu.

13. Faktor Kualitas *Portability*

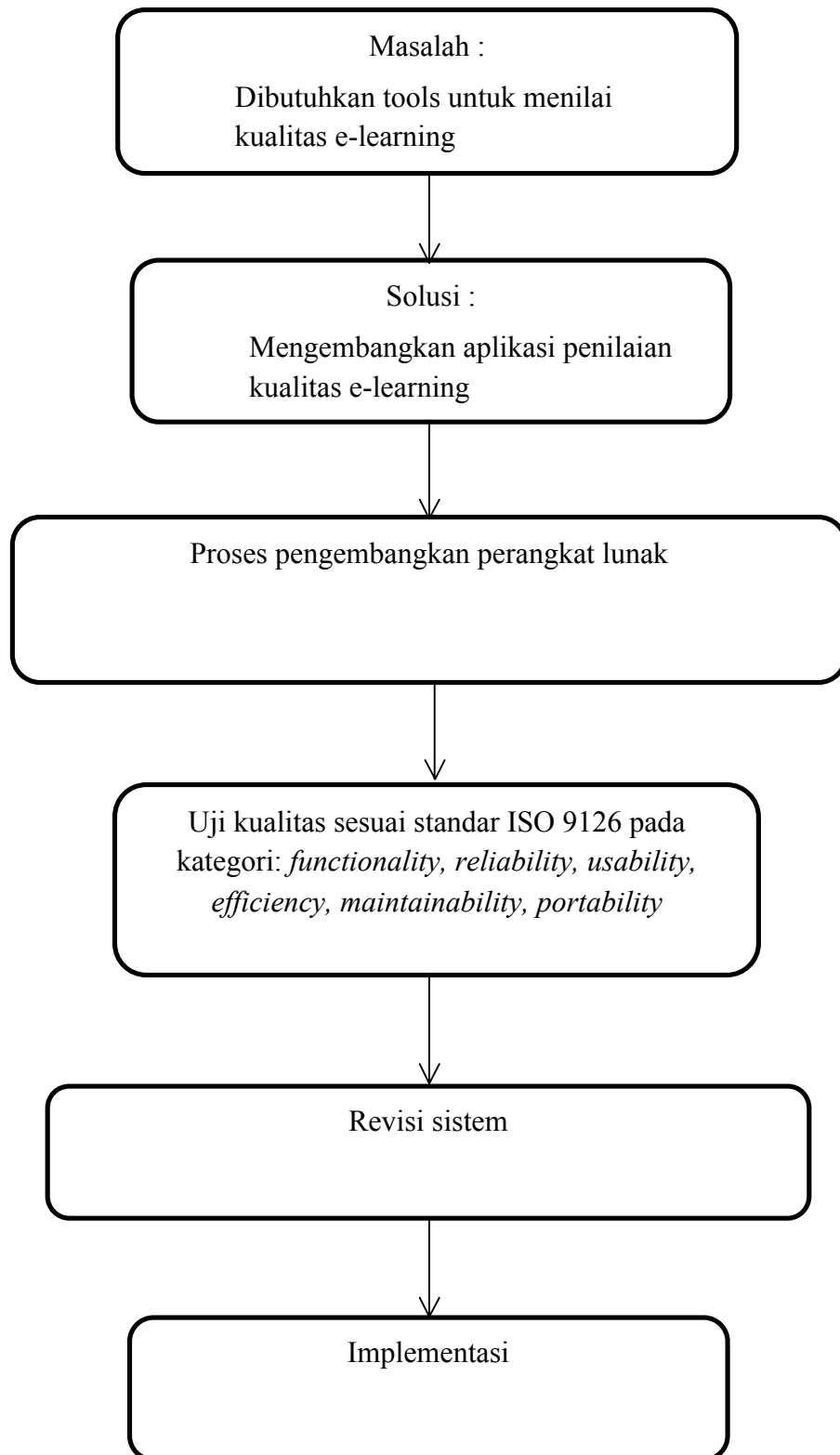
Portability merupakan faktor kualitas yang berkaitan dengan media untuk mengakses perangkat lunak. Pressman (2010, p. 404) mendefinisikan *portability* sebagai kemudahan perangkat lunak untuk dipindahkan atau diakses dari satu lingkungan tertentu ke lingkungan yang lain. McCall et al. (1977) memiliki definisi yang hampir sama tentang *portability*, yaitu berkaitan dengan usaha yang diperlukan untuk dapat mentransfer sebuah program dari sebuah lingkungan perangkat keras atau lunak tertentu ke lingkungan yang lain. Aspek *portability* dalam penelitian ini akan diuji dengan menggunakan beberapa *web browser* yang berbeda-beda karena produk yang diuji berupa aplikasi *web*.

B. Kerangka Pikir

Proses penilaian kualitas *e-learning* berdasarkan ISO 19796-1 dengan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) cukup sulit jika dilakukan dengan manual karena proses penghitungan bobot kriteria untuk beberapa kategori sangat rumit. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah aplikasi *web* yang dapat membuat proses penilaian kualitas *e-learning* lebih mudah dilakukan dan hasilnya dapat diketahui dengan lebih cepat dan akurat. Proses pengembangan aplikasi penilaian kualitas *e-learning* berdasarkan ISO 19796-1 ini akan melewati serangkaian uji kualitas perangkat lunak menurut ISO 9126. Ada 6 aspek kualitas yang akan diuji, yaitu: *functionality*, *reliability*, *usability*, *efficiency*, *portability* dan *maintainability*. Adapun pemilihan 6 aspek tersebut sudah sesuai dengan standar kualitas perangkat lunak menurut ISO 9126 dan sudah mewakili aspek internal dan eksternal dari perangkat lunak yang diuji.

Penelitian ini diawali dengan adanya permasalahan yang muncul sehingga diperlukan alternatif penyelesaian masalah. Adapun penyelesaian masalah adalah dengan membuat aplikasi penilaian kualitas *e-learning* berdasarkan ISO 19796-1. Setelah aplikasi dibuat, dilakukan uji kualitas perangkat lunak aplikasi yang telah dibuat oleh peneliti dan validator ahli yang ditunjuk. Kemudian setelah dilakukan uji dilanjutkan dengan revisi kemudian implementasi sampai menghasilkan perangkat lunak dengan kualitas yang baik dan telah memenuhi aspek *functionality*, *reliability*, *efficiency*, *usability*, *portability* dan *maintainability* menurut kaidah *software quality* (ISO 9126).

Berikut kerangka pikir dalam penelitian ini:



C. Penelitian yang Relevan

1. Tahun 2004, Chua dan Dyson (Chua & Dyson, 2004) mengajukan *framework* pada ISO 9126 untuk menilai kualitas produk *e-learning* yaitu *Blackboard system*. Hasilnya ISO 9126 mampu diadaptasi untuk menilai sistem *e-learning* tetapi belum mencakup aspek pengajaran, hanya menilai sistem *e-learning* dari sisi *software engineering*.
2. Pada bulan Oktober 2005, ISO melalui tim SC 36 (ISO, 2005) merilis ISO 19796-1 tentang *Learning, Education and Training*. Standardisasi bersifat lebih spesifik, tetapi masih memerlukan usaha untuk mengadaptasikannya sesuai dengan organisasi masing-masing.
3. Tahun 2009, Pinghong Zhou (Zhou, 2009) mengimplementasikan RFDQ yang terdapat dalam ISO 19796-1 pada Huangzhong Normal University. Hasil penelitian: penggunaan kategori *need analysis* dan *framework analysis* untuk mendesain *platform*.
4. Tahun 2010, Andharini Dwi Cahyani (Cahyani, 2010) melakukan penelitian terhadap penilaian kualitas sistem *e-learning* menggunakan ISO 19796-1. Hasil penelitian ini adalah aplikasi yang dibuat mampu menilai kualitas sistem *e-learning* sesuai dengan ISO 19796-1 tetapi proses pembobotan hanya dilakukan oleh satu orang ahli. Kategori kualitas *e-learning* yang diteliti di sini adalah *conception/design* dan *learning process*.

Dari beberapa penelitian yang relevan tersebut, belum ada yang melakukan penelitian tentang pengembangan aplikasi penilaian kualitas *e-learning* berdasarkan ISO 19796-1 dengan menggunakan teknik AHP dan

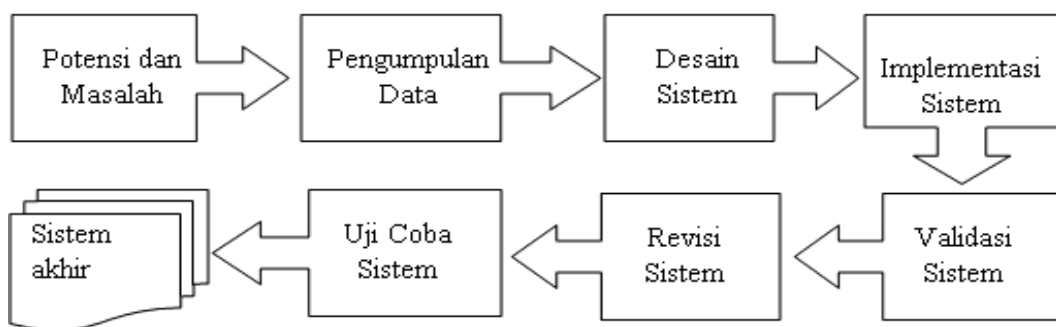
menggunakan lebih dari satu ahli dalam memberikan bobot. Oleh karena itu penelitian ini akan mengembangkan penelitian yang telah dilakukan oleh Cahyani, yaitu membuat aplikasi penilaian kualitas *e-learning* berdasarkan ISO 19796-1, yang akan menguji kualitas *e-learning* pada kategori *conception/design* dan *learning process*. Aplikasi yang dikembangkan bisa menggunakan lebih dari satu ahli dalam memberikan pembobotan.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode “Penelitian Pengembangan” (*Research and Development*). Menurut Borg dan Gall (1996), yang dimaksud dengan model penelitian dan pengembangan adalah “*a process used develop and validate educational product*”. Borg dan Gall lebih lanjut menjelaskan bahwa penelitian *research and development* bertujuan untuk mengembangkan dan melakukan uji validitas terhadap suatu produk yang dikembangkan. Hal ini berarti bahwa penelitian *research and development* merupakan suatu proses dalam mengembangkan sebuah produk serta melakukan pengujian terhadap validitas produk yang dikembangkan.

Ada 10 tahap dalam penelitian *research and development*, yang selanjutnya disederhanakan menjadi 7 langkah (Sugiyono, 2013, p. 298) sebagai berikut:



Gambar 4. Langkah-langkah peneltian metode *research and development*

(Diadaptasi dari Sugiyono, 2013: 298)

B. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi potensi dan masalah

Masalah yang diidentifikasi dalam penelitian ini adalah sistem penilaian kualitas *e-learning* yang sudah dikembangkan hanya menggunakan satu ahli untuk memberikan bobot kategori sehingga belum dapat dijamin obyektivitasnya. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah aplikasi penilaian kualitas *e-learning* berdasarkan ISO 19796-1 yang menggunakan lebih dari satu ahli dalam pembobotan kriteria.

2. Analisis kebutuhan dan pengumpulan data

Analisis yang dilakukan pada tahap ini adalah analisis terhadap kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras untuk dapat mengembangkan dan menjalankan aplikasi yang berbentuk *website*. Analisis kebutuhan juga dilakukan terhadap kebutuhan fitur pada aplikasi. Sementara pengumpulan data dilakukan dengan melakukan studi literatur, observasi dan kuisioner.

3. Desain sistem

Pada tahap ini dibuat desain sistem berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan. Desain sistem yang dibuat meliputi: *Unified Modelling Language* (UML) untuk menggambarkan proses kerja dari sisi rekayasa perangkat lunak, diagram alir (*flowchart*), basis data (*database*) yang memberikan gambaran tentang kamus data yang digunakan, serta desain tampilan antar muka (*interface*) yang memberikan gambaran tampilan dari aplikasi yang dikembangkan.

4. Implementasi sistem

Pada tahap ini sistem mulai dikembangkan berdasarkan desain yang telah dibuat. Dalam proses implementasi, mulai dilakukan pengkodean program dan konfigurasi sistem agar program dapat berjalan.

5. Validasi sistem

Validasi sistem dilakukan setelah aplikasi dibuat. Proses validasi dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

- a. Validasi terhadap aspek *functionality* dilakukan untuk menguji validasi fungsionalitas dari perangkat lunak agar fungsi yang berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Validasi ini dilakukan oleh ahli.
- b. Validasi *efficiency*, *reliability*, *maintainability* dan *portability* dilakukan dengan menggunakan *tools* yang sesuai dengan pengujian aspek tersebut.
- c. Validasi terhadap aspek *usability* akan dilakukan dengan menggunakan instrumen berupa kuisisioner dari J.R Lewis yang akan diisi oleh pengguna (*user*)

6. Revisi sistem

Setelah dilakukan validasi sesuai dengan prosedur validasi yang sudah dijelaskan sebelumnya, maka selanjutnya dilakukan revisi dan perbaikan terhadap aplikasi yang dikembangkan. Tujuan dari revisi sistem adalah memastikan bahwa tidak ada kesalahan dan aplikasi yang dikembangkan berkualitas bagus.

7. Uji coba sistem

Setelah aplikasi divalidasi dan direvisi, maka langkah selanjutnya adalah menguji aplikasi ke pengguna.

C. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari bulan Januari 2013 hingga Desember 2013. Lokasi penelitian di Laboratorium Riset Puskom untuk proses pengembangan aplikasi, validasi dan revisi. Sedangkan untuk observasi dan pengujian *usability* dilakukan di Universitas Negeri Yogyakarta.

D. Definisi Variabel

Definisi variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. *Functionality*, berkaitan dengan kemampuan perangkat lunak untuk memenuhi kebutuhan pengguna.
2. *Reliability*, berkaitan dengan kapabilitas sebuah perangkat lunak untuk mampu menjaga level performa yang dimilikinya dan bagaimana program mampu untuk mempertahankan tingkat kinerja ketika digunakan dalam kondisi tertentu.
3. *Usability*, berkaitan dengan kemudahan perangkat lunak untuk digunakan oleh pengguna.
4. *Efficiency*, berkaitan dengan kemampuan perangkat lunak memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara optimal.
5. *Maintainability*, berkaitan dengan kemudahan suatu perangkat lunak untuk diperbaiki atau dimodifikasi di kemudian hari. Modifikasi yang dapat

dilakukan meliputi koreksi, perbaikan atau adaptasi terhadap perubahan lingkungan, persyaratan, dan spesifikasi fungsional.

6. *Portability*, berkaitan dengan kemudahan perangkat lunak untuk dipindahkan atau diakses dari satu lingkungan tertentu ke lingkungan yang lain.

E. Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan sebagai berikut:

1. *Functionality* diteliti dengan melakukan *black-box testing* terhadap aplikasi yang telah dibuat. *Black-box testing* tersebut berupa pengecekan daftar fungsi yang terdapat dalam aplikasi kemudian dilakukan analisis deskriptif terhadap hasil pengujian fungsionalitas. Pengujian dilakukan oleh 5 responden ahli dengan kriteria responden yang telah menguasai pengembangan aplikasi *web*.
2. *Reliability* diteliti dengan melakukan *stress testing* terhadap aplikasi yang dibuat. *Stress testing* dilakukan dengan menggunakan *tool* dari *LoadImpact* dan *WAPT 8.1* untuk mendapatkan hasil uji performa.
3. *Usability* diteliti dengan menggunakan angket *usability* dari J.R. Lewis. *Usability* diujikan ke pengguna untuk mendapat respon dari pengguna berkaitan dengan kemudahan dalam menggunakan aplikasi. Pengujian ini menggunakan kuisioner yang diberikan kepada 15 responden dengan kriteria bahwa responden tersebut terbiasa menggunakan *website*, khususnya *e-learning*.
4. *Efficiency* diteliti dengan menggunakan beberapa *tools* yaitu: *Yslow* dan *PageSpeed Insight*. Hasil pengujian akan mendapat nilai *page load* dan besarnya *resource* yang digunakan oleh aplikasi.

5. *Maintainability* diteliti dengan serangkaian metrik yang memenuhi aspek *instrumentation*, *consistency* dan *simplicity*.
6. *Portability* diteliti dengan menggunakan beberapa *web browser* yang digunakan untuk mengakses aplikasi yang telah dibuat. Jika aplikasi *web* yang dibuat dapat diakses dengan baik dengan menggunakan beberapa *web browser* yang berbeda maka aplikasi lolos uji *portability*.

F. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Dalam penelitian ini, studi literatur dilakukan untuk mempelajari implementasi metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Salah satu acuan utama adalah paper dari Thomas L. Saaty yang berjudul *How To Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process*. Saaty merupakan penemu metode AHP. Studi literatur juga dilakukan untuk mempelajari langkah-langkah rekayasa perangkat lunak dan teknik pengujian kualitas perangkat lunak.

2. Observasi

Teknik observasi dilakukan untuk mengumpulkan data terkait dengan pengujian kualitas perangkat lunak pada faktor kualitas: *reliability*, *efficiency*, *maintainability* dan *portability*.

3. Kuisisioner

Kuisisioner digunakan untuk mengumpulkan data terkait dengan pengujian kualitas perangkat lunak pada faktor kualitas *functionality* dan *usability*. Selain itu

kuisisioner juga digunakan untuk mendapat bobot penilaian dari ahli serta respon dari mahasiswa terhadap kualitas *e-learning*.

G. Subyek Penelitian

Subyek dalam penelitian ini pada aspek *functionality*, *reliability*, *efficiency*, *maintainability* dan *portability* adalah aplikasi penilaian kualitas *e-learning* yang berbentuk aplikasi *web*. Sedangkan subyek penelitian untuk aspek *usability* adalah mahasiswa di Universitas Negeri Yogyakarta yang terbiasa menggunakan *e-learning*.

H. Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa instrumen sebagai berikut:

1. Instrumen *Functionality*

Instrumen untuk menguji *functionality* menggunakan *checklist* berikut:

Tabel 7. Instrumen *functionality*

No.	Prosedur	Hasil	
		Sukses	Gagal
1.	Navigasi sudah berjalan dengan baik tanpa ada <i>broken link</i>		
2.	Melakukan <i>login</i> ke dalam sistem		
3	Melakukan <i>logout</i> dari sistem		
	Administrator		
4.	Mengubah password <i>administrator</i>		
5.	Melihat data pengguna		
6.	Menambah data pengguna baru		
7.	Melakukan perubahan pada data pengguna		

No.	Prosedur	Hasil	
		Sukses	Gagal
8.	Menghapus data pengguna yang sudah ada		
9.	Melihat data metrik yang ada		
10.	Menambah data metrik baru		
11.	Melakukan perubahan pada data metrik		
12.	Menghapus data metrik yang sudah ada		
	Ahli		
13.	Memberikan bobot penilaian kemudian mengklik tombol <i>submit</i>		
14.	Melihat hasil bobot penilaian		
	Responden		
15.	Menjawab pertanyaan kemudian mengklik tombol <i>submit</i>		
16.	Melihat hasil penilaian dan rekomendasi		

2. Instrumen *Reliability*

Instrumen uji *reliability* menggunakan tool dari *LoadImpact*. Tool ini akan melakukan *stress testing* dengan menggunakan simulasi *user active* dan koneksi yang kontinyu terhadap aplikasi *web* yang dites untuk mendapatkan *success rate* dan *failure late*. Selain menggunakan tool dari *LoadImpact*, pengujian *reliability* juga dilakukan dengan menggunakan tool WAPT 8.1.

3. Instrumen *Usability*

Instrumen untuk melakukan uji *usability* menggunakan kuisioner dari J.R.

Lewis berikut ini:

Tabel 8. *Computer System Usability Questionnaire* oleh J.R. Lewis

No.	Kriteria	Pernyataan
1.	<i>Operability</i>	Secara keseluruhan, saya puas dengan kemudahan pemakaian aplikasi ini.
2.		Penggunaan aplikasi ini sangat simpel/ sederhana.
3.		Saya dapat menyelesaikan pekerjaan dengan sempurna menggunakan aplikasi ini.
4.		Saya dapat menyelesaikan pekerjaan saya dengan cepat menggunakan aplikasi ini.
5.		Saya dapat menyelesaikan pekerjaan saya secara efisien menggunakan aplikasi ini.
6.		Saya merasa nyaman menggunakan aplikasi ini.
7.	<i>Learnability</i>	Sangat mudah mempelajari penggunaan aplikasi ini.
8.		Saya yakin akan lebih produktif ketika menggunakan aplikasi ini.
9.		Pesan kesalahan yang diberikan aplikasi ini menjelaskan dengan jelas cara mengatasinya.
10.		Kapanpun saya membuat kesalahan, saya bisa memperbaikinya dengan cepat dan mudah.
11.		Informasi yang disediakan aplikasi ini cukup jelas.
12.		Sangat mudah mencari informasi yang dibutuhkan di aplikasi ini.
13.	<i>Understandi- bility</i>	Informasi yang disediakan aplikasi sangat mudah dipahami.
14.		Informasi yang disediakan efektif membantu menyelesaikan tugas.
15.		Tata letak informasi yang ditampilkan di layar aplikasi sangat jelas.
16.	<i>Attractiveness</i>	Tampilan/ antarmuka aplikasi menyenangkan.
17.		Saya suka menggunakan tampilan aplikasi seperti ini.
18.		Aplikasi ini memiliki fungsi dan kemampuan (kapabilitas) sesuai harapan saya.
19.		Secara keseluruhan, saya puas dengan aplikasi ini.

4. Instrumen *Efficiency*

Instrumen untuk melakukan uji *efficiency* ada 2, yaitu:

- a. *Yslow*, digunakan untuk mengukur tingkat performa dari website yang dikelompokkan pada kategori: *content, cookie, css, images, javascript* dan *server*. Performa yang akan diukur adalah besarnya *bytes* data dokumen, jumlah *HTTP request*, minifikasi, kompresi GZIP, dan *score / grade* akhir.
- b. *PageSpeed Insight*, merupakan tool dari Google yang digunakan untuk menguji kecepatan loading suatu *website*. Hasil penilaian dengan PageSpeed Insight adalah skor dengan rentang 1-100. Semakin besar skor yang didapat maka semakin bagus suatu *website*. Tool ini digunakan untuk mengukur aspek *efficiency* pada sub karakteristik *time behaviour*.

5. Instrumen *Maintainability*

Instrumen yang digunakan untuk uji *maintainability* adalah serangkaian metrik yang digunakan untuk mengetes aplikasi secara operasional. Metrik tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 9. Instrumen *maintainability*

Aspek	Aspek yang dinilai	Kriteria Lolos
<i>Instrumentation</i>	Terdapat peringatan pada sistem pengolah data untuk mengidentifikasi kesalahan	Ketika ada kesalahan yang dilakukan oleh user, maka sistem akan mengeluarkan peringatan untuk mengidentifikasi kesalahan.
<i>Consistency</i>	Penggunaan satu bentuk rancangan pada seluruh rancangan sistem	Bentuk rancangan sistem mempunyai satu bentuk yang konsisten. Hal ini dapat dilihat pada bagian implementasi sistem.
<i>Simplicity</i>	Kemudahan dalam pengelolaan, perbaikan, dan pengembangan sistem	Mudah untuk dikelola, diperbaiki, dan dikembangkan. Hal ini dapat dilihat pada tahapan-tahapan proses penulisan kode program.

6. Instrumen *Portability*

Instrumen yang digunakan untuk melakukan uji *portability* adalah beberapa *web browser*, yaitu: *Internet Explorer, Safari, Mozilla Firefox, Google Chrome, Opera, Opera Mini, Firefox Mobile, Chrome Mobile dan Dolphin Browser*.

I. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis aspek *functionality*

Analisis aspek *functionality* dilakukan dengan menggunakan teknik analisis deskriptif, yaitu menganalisis persentase hasil pengujian untuk tiap fungsi yang dilakukan oleh ahli. Persentase tersebut diperoleh dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Persentase Kelayakan} = \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Persentase tersebut kemudian dicocokkan dengan tabel konversi yang berpedoman pada acuan konversi nilai sesuai tabel berikut (Bloom, Madaus, & Hasting, 1981) :

Tabel 10. Tabel skala konversi nilai

Persentase Pencapaian (%)	Interpretasi
$90 \leq x$	Sangat baik
$80 \leq x < 90$	Baik
$70 \leq x < 80$	Cukup
$60 \leq x < 70$	Kurang
$x < 60$	Sangat kurang

x = skor dalam bentuk persentase dari hasil pengujian

2. Analisis aspek *reliability*

Analisis aspek *reliability* dilakukan dengan menggunakan teknik analisis deskriptif dari hasil pengujian terhadap aplikasi. Hasil pengujian dengan menggunakan *tool* dari *LoadImpact* akan mendapatkan hasil *success rate* dan *failure rate*. *Tool* kedua adalah dengan menggunakan WAPT 8.1. Tingkat *success rate* tersebut yang kemudian dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif untuk mendapatkan persentase kelayakan dan dicocokkan dengan tabel konversi, sama dengan tabel konversi yang digunakan pada pengujian *functionality*.

3. Analisis aspek *usability*

Analisis aspek *usability* dilakukan dengan menggunakan rumus konsistensi *Alpha Cronbach*:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^K \sigma_{Y_i}^2}{\sigma_X^2} \right)$$

Selanjutnya data koefisien yang dihasilkan dibandingkan dengan tabel nilai konsistensi *Alpha Cronbach* sebagai berikut:

Tabel 11. Tabel nilai konsistensi *Alpha Cronbach*

Cronbach's Alpha	Internal Consistency
$\alpha \geq .9$	Excellent
$.9 > \alpha \geq .8$	Good
$.8 > \alpha \geq .7$	Acceptable
$.7 > \alpha \geq .6$	Questionable
$.6 > \alpha \geq .5$	Poor
$.5 > \alpha$	Unacceptable

4. Analisis aspek *efficiency*

Analisis aspek *efficiency* dilakukan dengan melihat hasil pengujian pada aspek besarnya *bytes* data dokumen, jumlah *HTTP request*, minifikasi, kompresi GZIP, time behaviour dan *score / grade* akhir.

5. Analisis aspek *maintainability*

Analisis aspek *maintainability* dilakukan dengan mencocokkan hasil pengujian secara operasional sesuai dengan kriteria pada instrumen *maintainability*. Jika aplikasi yang diuji lolos untuk semua aspek pengujian maka aplikasi memenuhi kriteria kualitas atau lolos uji *maintainability*.

6. Analisis aspek *portability*

Analisis aspek *portability* dilakukan dengan mengakses aplikasi menggunakan *web browser* yang berbeda-beda. Jika aplikasi dapat diakses dan berjalan dengan baik pada semua *web browser* tersebut maka aplikasi memenuhi aspek kualitas *portability*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kebutuhan

1. Analisis Kebutuhan Fitur

Sebelum mulai mengembangkan aplikasi, maka langkah yang dilakukan pertama kali adalah melakukan analisis kebutuhan terhadap fitur-fitur yang dibutuhkan oleh aplikasi. Analisis ini dilakukan dengan melakukan observasi terhadap sistem yang sudah ada dan juga melakukan studi literatur tentang kualitas *e-learning* yang baik menurut ISO 19796-1. Dari hasil observasi dan studi literatur diperoleh hasil berupa kebutuhan fitur yang harus ada dalam aplikasi penilaian kualitas *e-learning* sebagai berikut:

- a. Aplikasi yang dikembangkan harus mampu memberikan pembobotan kategori dengan bobot yang diberikan oleh lebih dari satu ahli sehingga hasil penelitian dari masing-masing ahli akan diagregasi untuk mendapat bobot akhir. Aplikasi harus mampu melakukan operasi tersebut dengan melakukan kalkulasi yang menggunakan metode *Analytic Hierrachy Process* untuk pembobotan dan metode *Geometric Mean Method* untuk agregasi.
- b. Aplikasi yang dikembangkan harus dapat menilai kualitas e-learning dengan acuan ISO 19796-1 dan dapat memberikan rekomendasi yang dapat digunakan sebagai masukan untuk perbaikan kualitas e-learning.
- c. Aplikasi yang dikembangkan berbentuk *web* dan mudah diakses dengan menggunakan berbagai macam media.

2. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Dari hasil analisis kebutuhan untuk perangkat keras dan perangkat lunak, didapat hasil untuk dapat menjalankan aplikasi penilaian kualitas *e-learning* ini pengguna harus memiliki:

- a. Perangkat yang memiliki sambungan *internet*, bisa berupa *smartphone*, *tablet*, komputer *desktop* maupun *laptop*.
- b. *Web browser* untuk mengakses aplikasi *web*. *Web browser* yang dapat digunakan oleh pengguna adalah: *Internet Explorer*, *Safari*, *Mozilla Firefox*, *Google Chrome*, *Opera*, *Opera Mini*, *Firefox Mobile*, *Chrome Mobile* dan *Dolphin Browser*.

Di sisi *server* di mana *file-file* sistem diletakkan, *server* harus memiliki konfigurasi berupa *web server* dan *database server*. Dalam penelitian ini *web server* yang digunakan adalah *Apache* dan *database server* yang digunakan adalah *MySQL*.

B. Desain Sistem

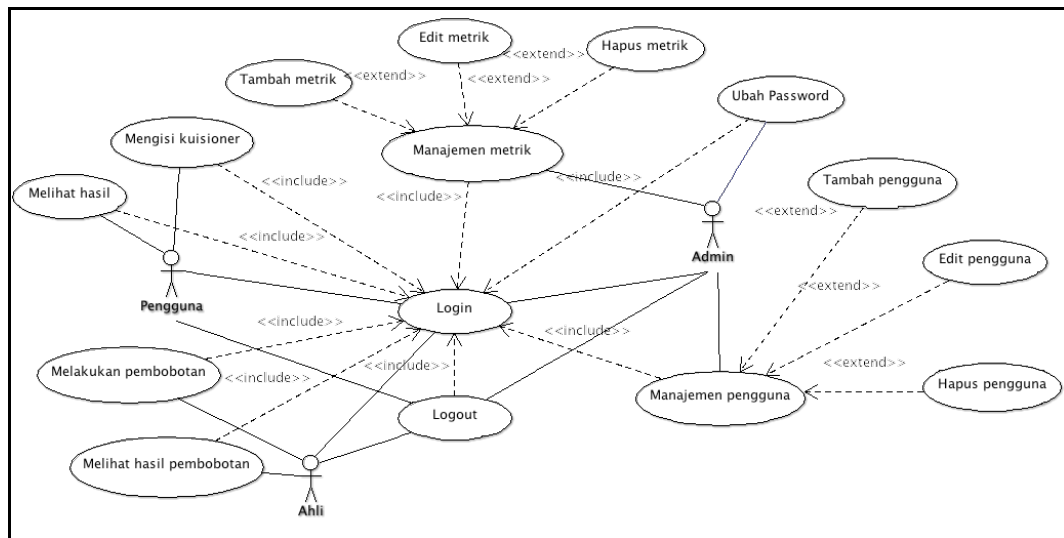
1. Perancangan Unified Modelling Language (UML)

Unified Modelling Language berguna untuk menggambarkan rancangan sistem secara keseluruhan. Beberapa diagram UML yang akan digunakan untuk menggambarkan alur kerja dari sistem adalah : *Use Case Diagram*, *Class Diagram*, *Activity Diagram* dan *Sequence Diagram*.

- a. *Use Case Diagram*

Use case diagram merupakan pemodelan untuk perilaku (*behavior*) suatu sistem. *Use case diagram* mendeskripsikan sebuah interaksi antara satu atau lebih

aktor dengan sistem yang akan dibuat. *Use case diagram* digunakan untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada di dalam sebuah sistem dan siapa saja yang berhak menggunakan fungsi-fungsi itu. Berikut *use case diagram* aplikasi penilaian kualitas *e-learning* yang dikembangkan:



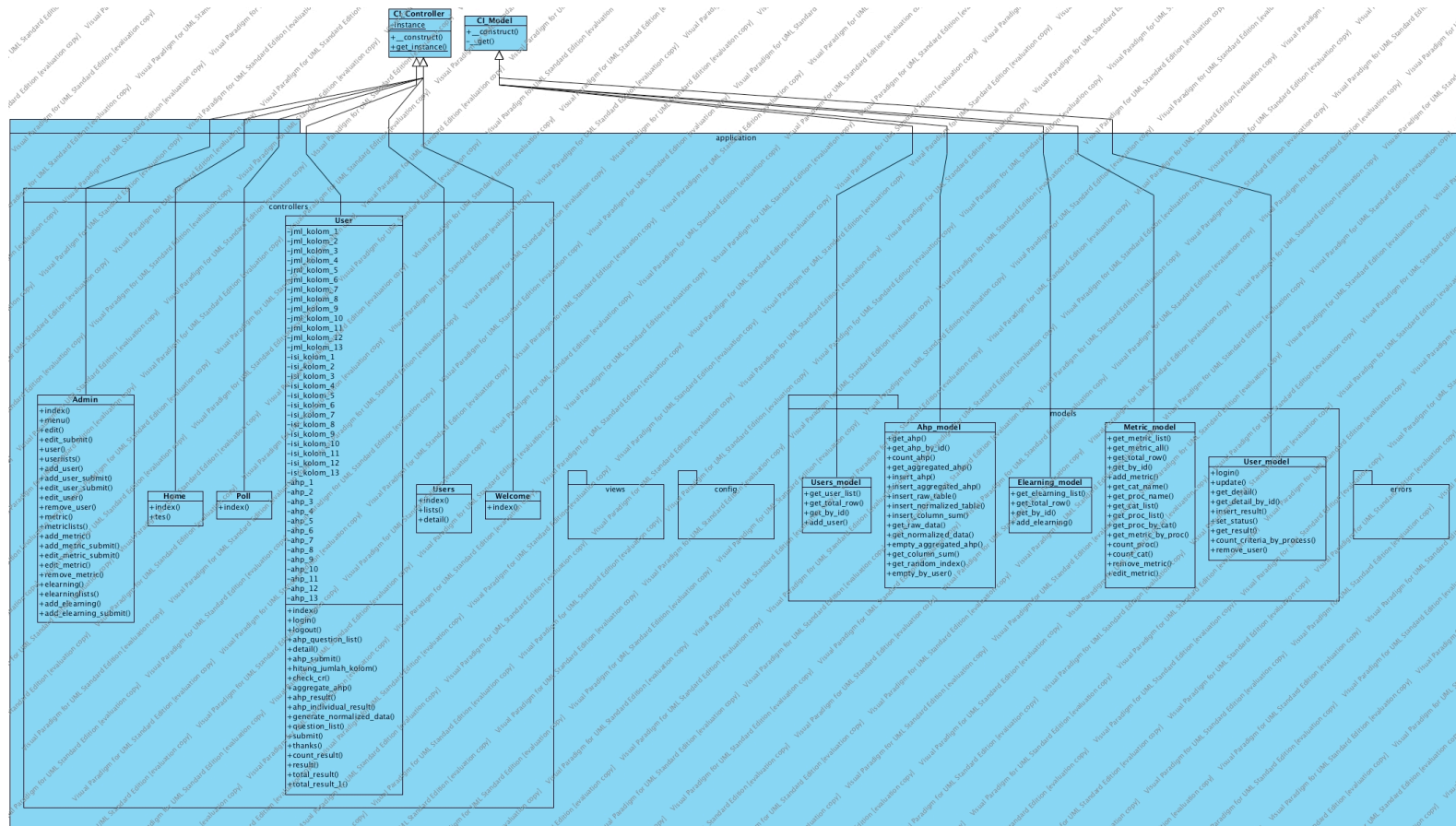
Gambar 5. *Use case diagram*

Sesuai dengan *use case diagram* di gambar 5, aktor yang terlibat dalam aplikasi ini adalah sebagai berikut:

- 1) Admin, merupakan aktor yang memiliki hak akses terhadap manajemen data pengguna dan data metrik pada aplikasi. Admin dapat melihat, menambah, mengubah dan menghapus data pengguna dan metrik.
- 2) Ahli, merupakan aktor yang memiliki hak akses untuk melakukan pembobotan dan melihat hasil pembobotan.
- 3) Pengguna, merupakan aktor yang memiliki hak akses untuk mengisi kuisioner penilaian dan melihat hasil penilaian.

Skenario *use case* dijelaskan lebih detail dalam lampiran.

b. Class Diagram

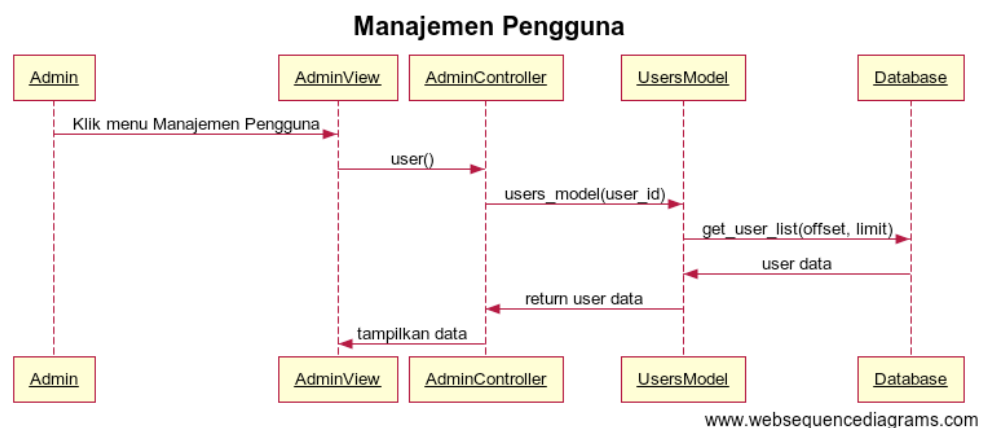


c. Sequence Diagram

Sequence diagram menggambarkan bagaimana suatu proses berinteraksi dengan proses lain sesuai dengan urutan tertentu. *Sequence diagram* dapat memperlihatkan bagaimana aliran data sesuai dengan urutan proses yang terjadi. Berikut *sequence diagram* aplikasi penilaian kualitas *e-learning*:

1) *Sequence diagram* manajemen pengguna

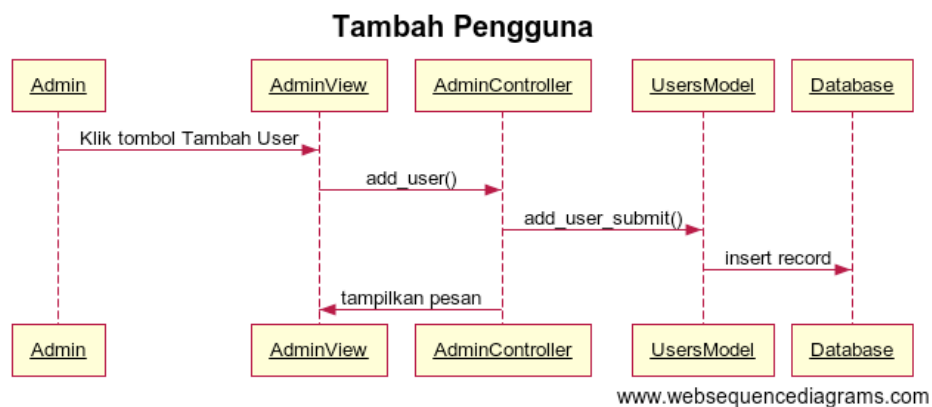
Gambar 7 berikut menunjukkan *sequence diagram* manajemen pengguna:



Gambar 7. *Sequence diagram* manajemen pengguna

2) *Sequence diagram* tambah pengguna

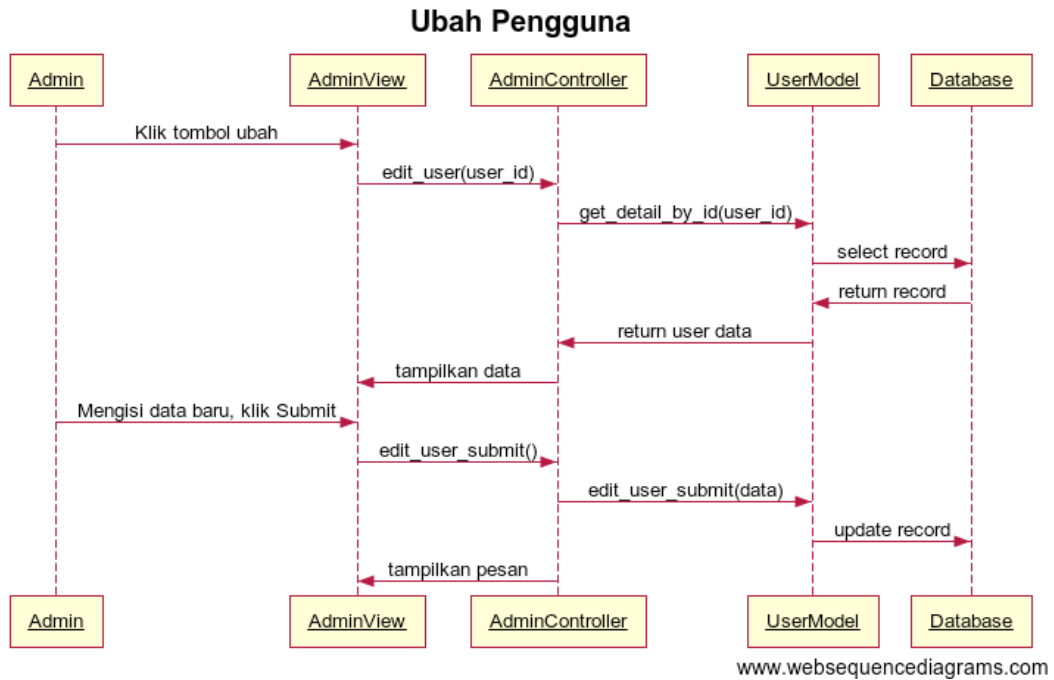
Gambar 8 berikut menunjukkan *sequence diagram* tambah pengguna:



Gambar 8. *Sequence diagram* tambah pengguna

3) *Sequence diagram* ubah pengguna

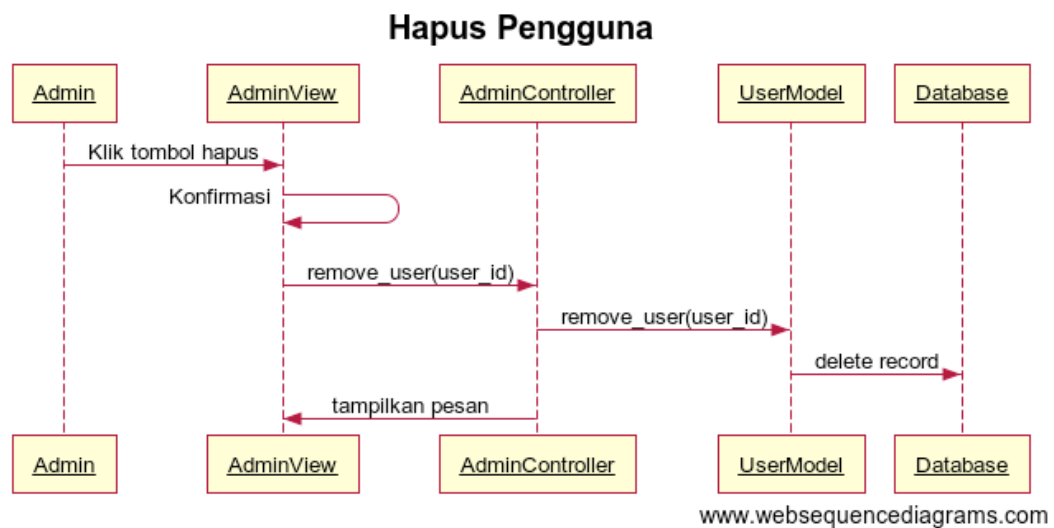
Gambar 9 berikut menunjukkan *sequence diagram* ubah pengguna:



Gambar 9. *Sequence diagram* ubah pengguna

4) *Sequence diagram* hapus pengguna

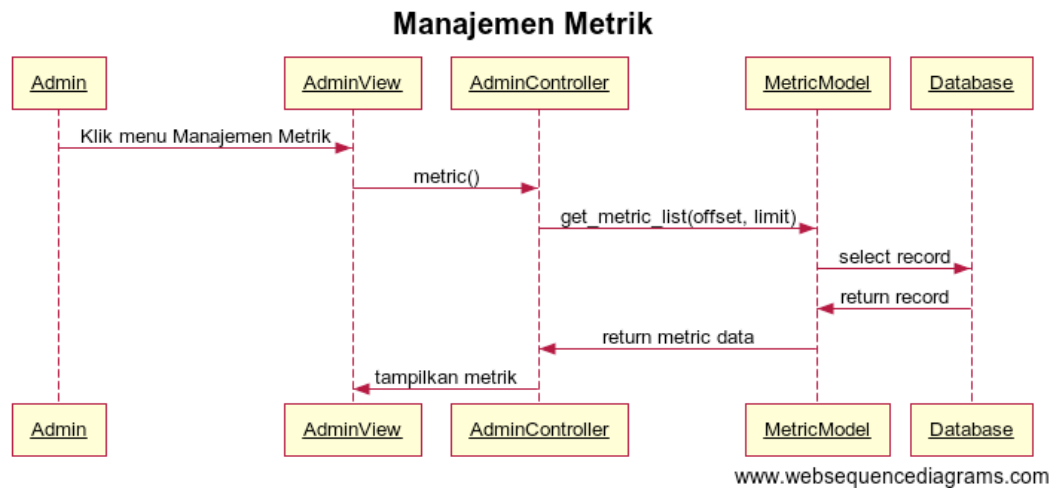
Gambar 10 berikut menunjukkan *sequence diagram* hapus pengguna:



Gambar 10. *Sequence diagram* hapus pengguna

5) *Sequence diagram* manajemen metrik

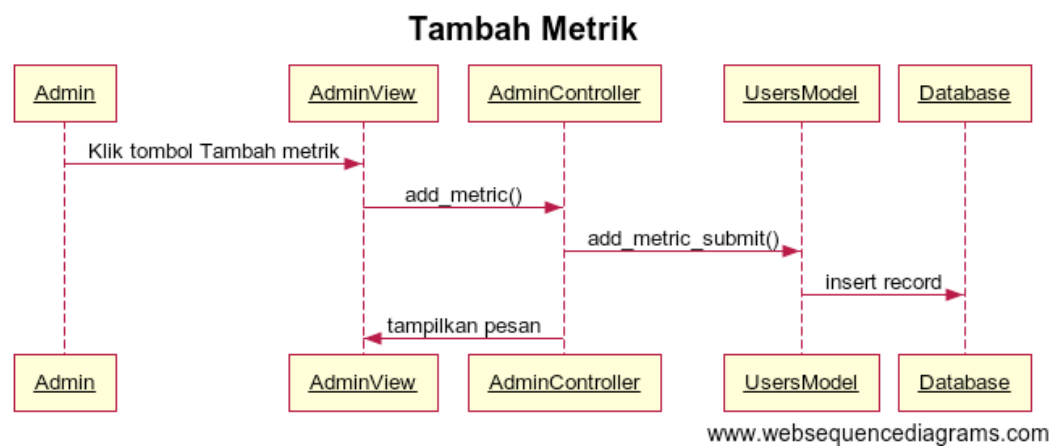
Gambar 11 berikut menunjukkan *sequence diagram* manajemen metrik:



Gambar 11. *Sequence diagram* manajemen metrik

6) *Sequence diagram* tambah metrik

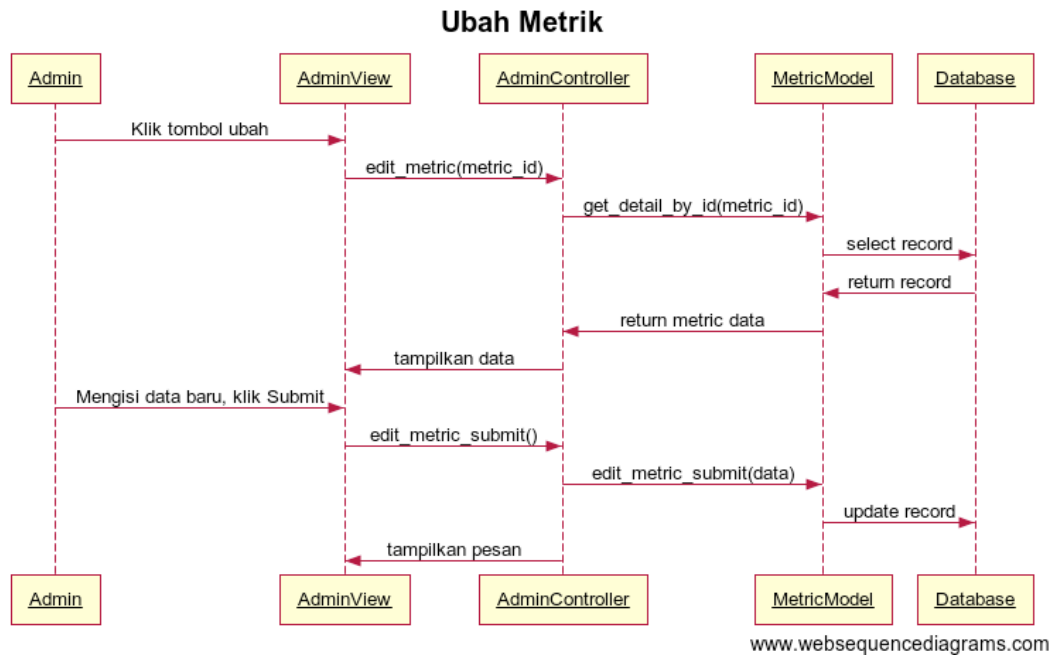
Gambar 12 berikut menunjukkan *sequence diagram* tambah metrik:



Gambar 12. *Sequence diagram* tambah metrik

7) *Sequence diagram* ubah metrik

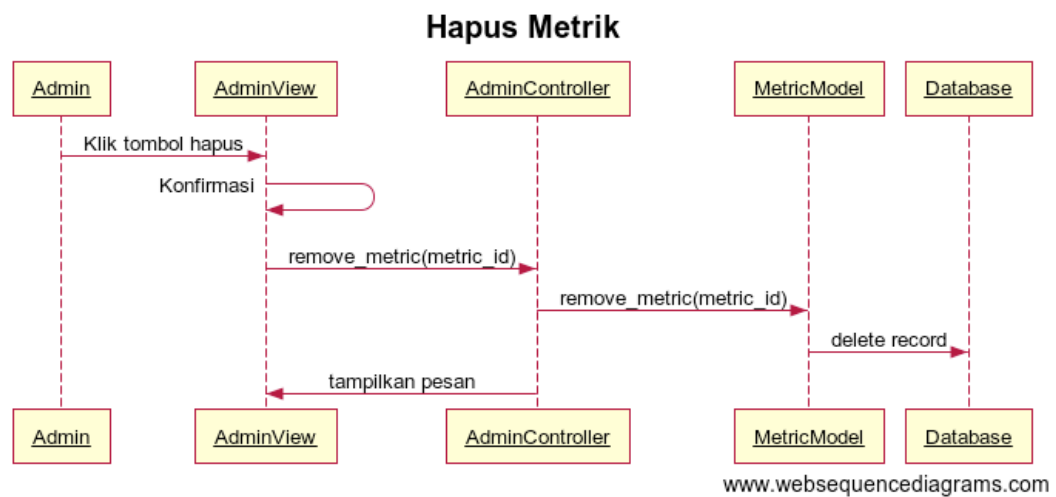
Gambar 13 berikut menunjukkan *sequence diagram* ubah metrik:



Gambar 13. *Sequence diagram* ubah metrik

8) *Sequence diagram* hapus metrik

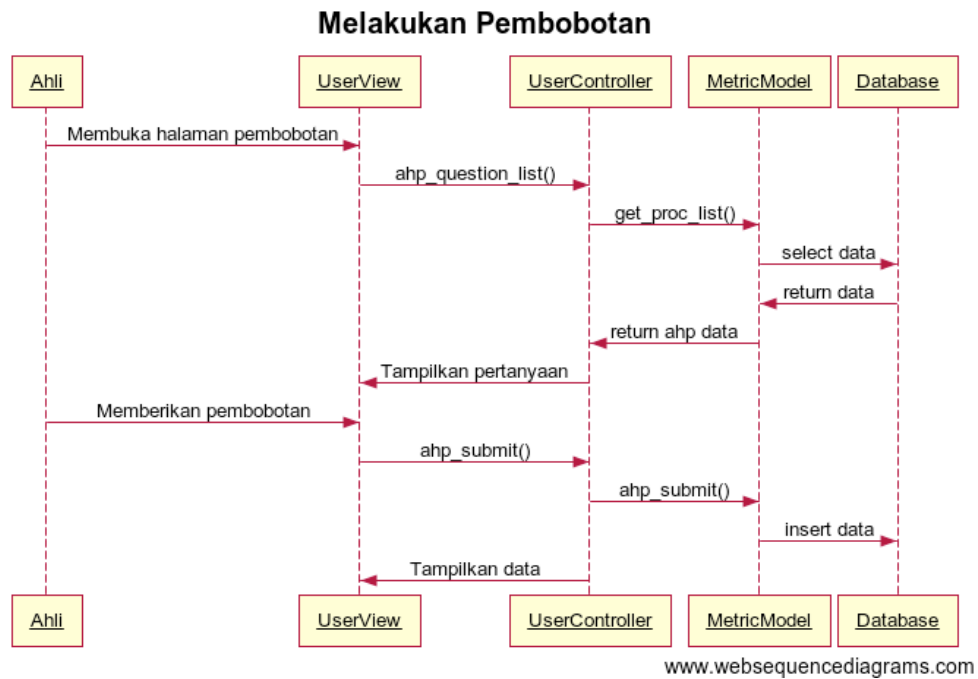
Gambar 14 berikut menunjukkan *sequence diagram* hapus metrik:



Gambar 14. *Sequence diagram* hapus metrik

9) *Sequence diagram* melakukan pembobotan

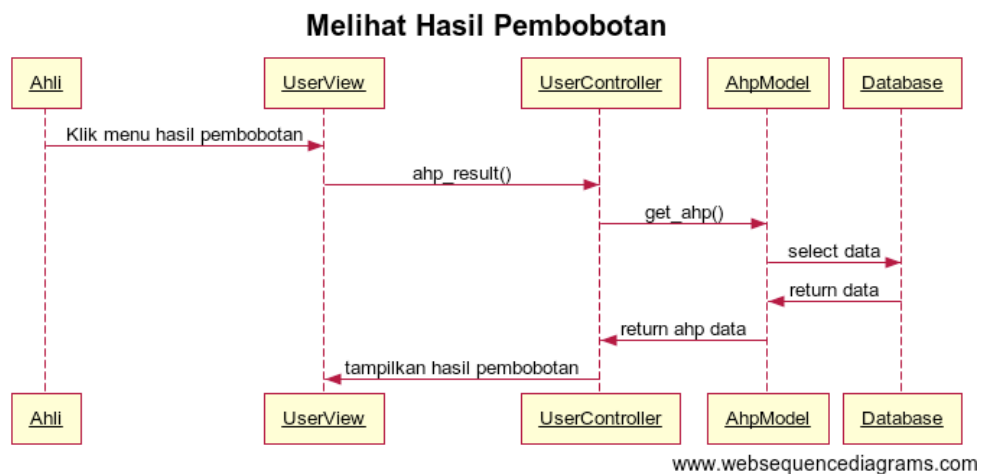
Gambar 15 menunjukkan *sequence diagram* melakukan pembobotan:



Gambar 15. *Sequence diagram* melakukan pembobotan

10) *Sequence diagram* melihat hasil pembobotan

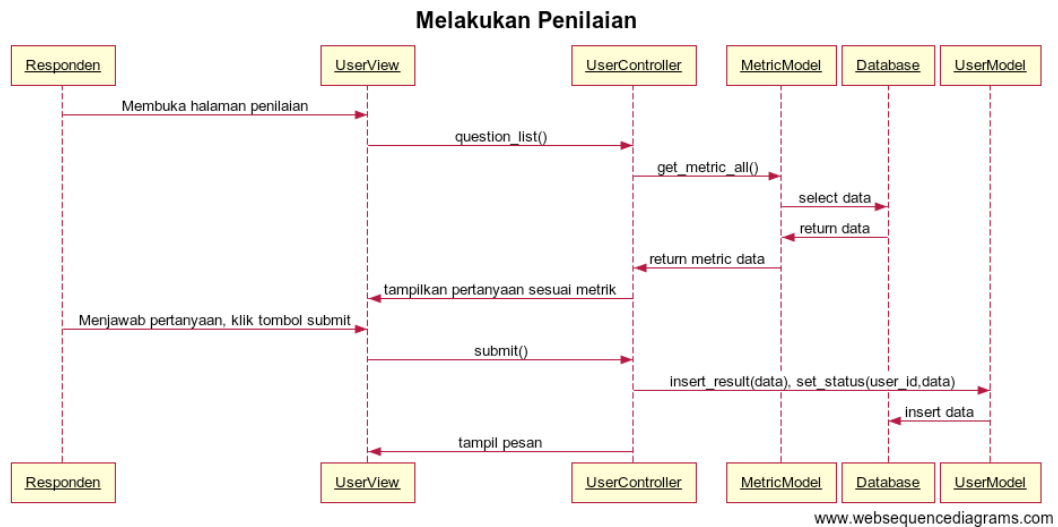
Gambar 16 menunjukkan *sequence diagram* melihat hasil pembobotan:



Gambar 16. *Sequence diagram* melihat hasil pembobotan

11) *Sequence diagram* melakukan penilaian

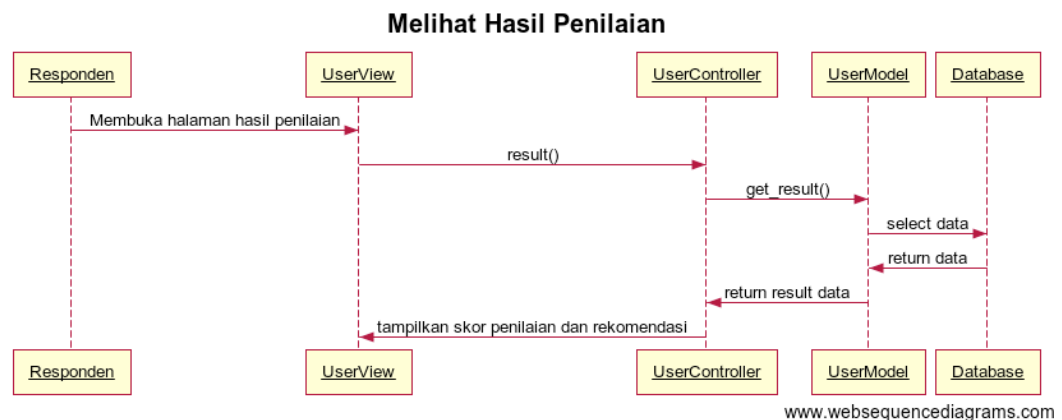
Gambar 17 berikut menunjukkan *sequence diagram* melakukan penilaian:



Gambar 17. *Sequence diagram* melakukan penilaian

12) *Sequence diagram* melihat skor penilaian

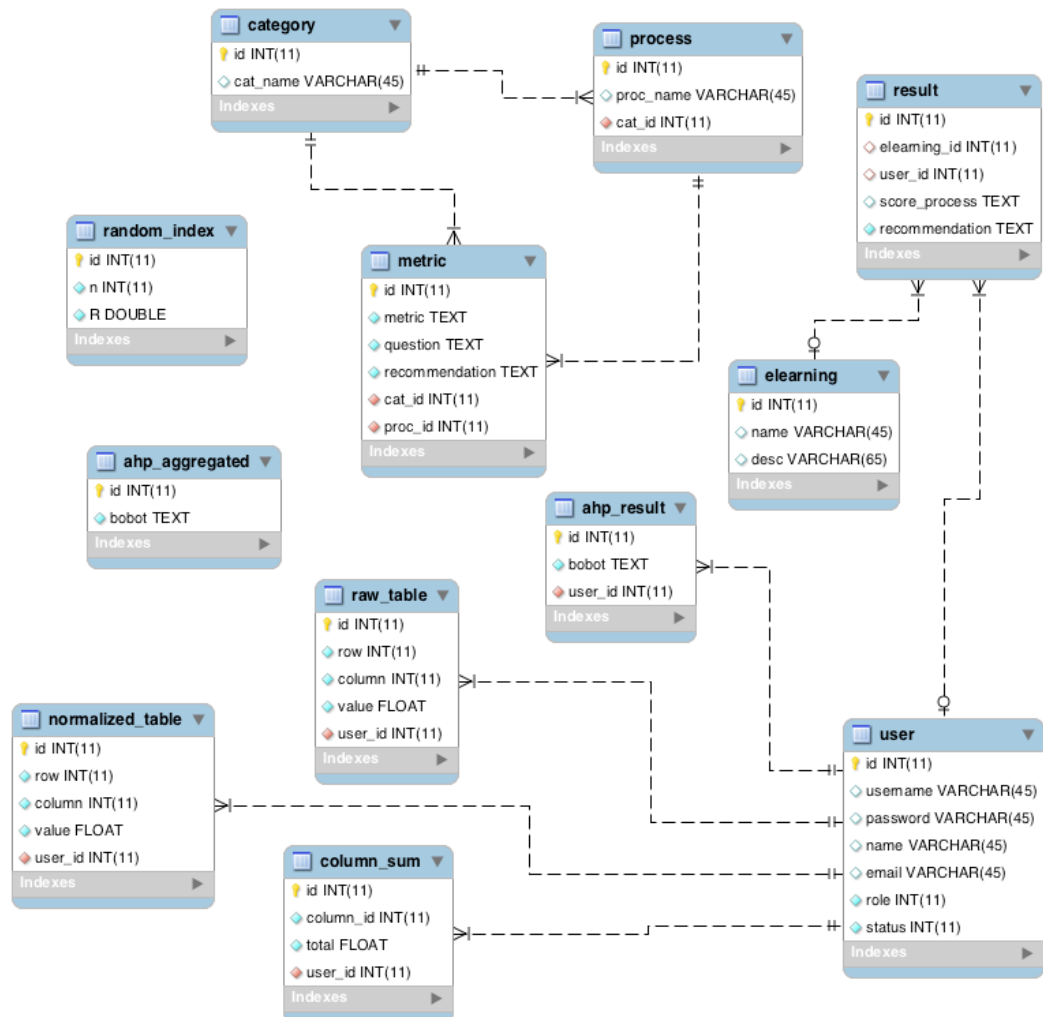
Gambar 18 berikut menunjukkan *sequence diagram* melihat skor penilaian:



Gambar 18. *Sequence diagram* melihat hasil penilaian

2. Perancangan basis data

Berikut ini adalah rancangan basis data untuk aplikasi penilaian kualitas *e-learning* berdasarkan ISO 19796-1. Gambar 19 menunjukkan rancangan basis data yang dibuat dengan menggunakan *tool MySQL Workbench*:



Gambar 19. Rancangan basis data

3. Perancangan tampilan antar muka (*user interface*)

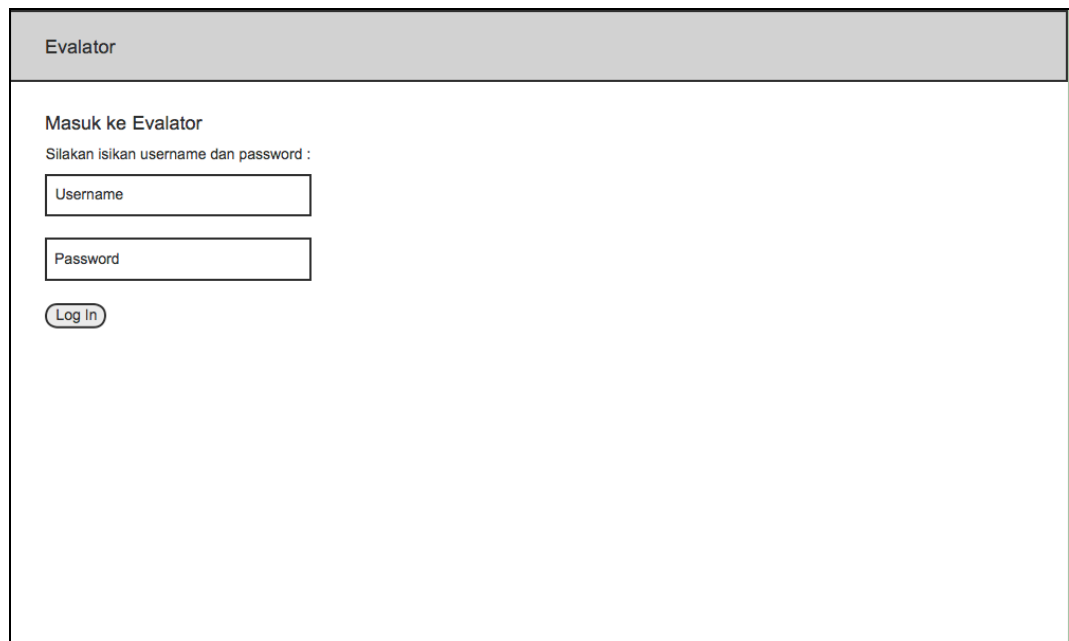
a. Rancangan *interface* halaman *home*



The mockup shows a clean, minimalist design. At the top left, the word "Evalator" is displayed with a small icon below it. The main heading "Selamat datang" is centered in a large, bold, sans-serif font. Below the heading is a paragraph of placeholder text in a smaller font. At the bottom center, there is a rounded rectangular button with the text "Mulai".

Gambar 20. Rancangan *interface* halaman *home*

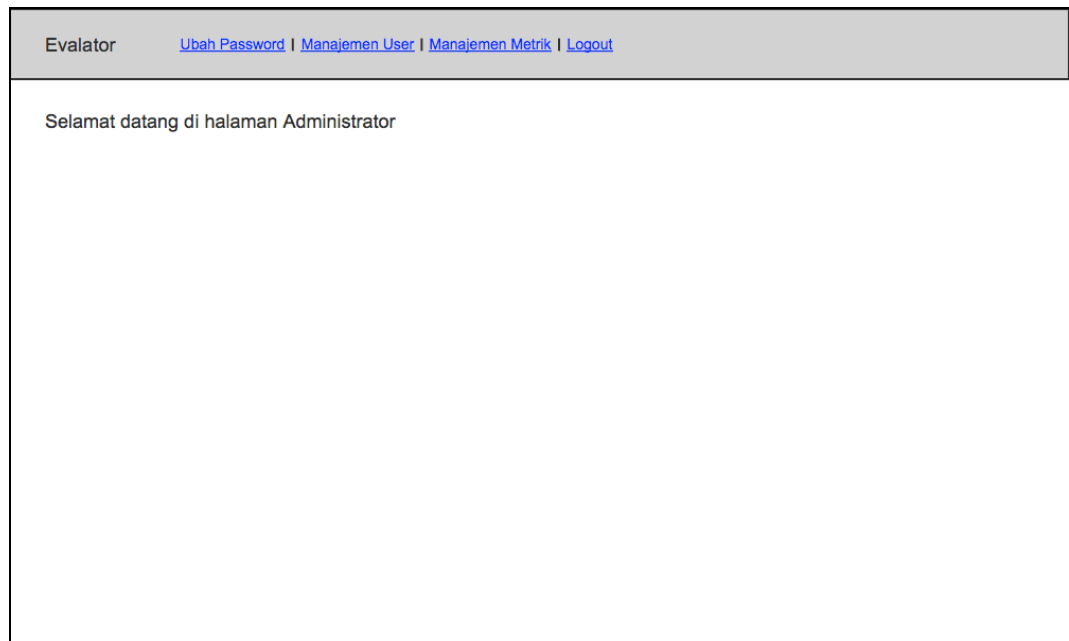
b. Rancangan *interface* halaman *login*



The mockup features a header bar at the top with the word "Evalator" on the left. Below the header, the text "Masuk ke Evalator" is followed by the instruction "Silakan isikan username dan password :". There are two input fields: "Username" and "Password", each with a label inside the field. Below the password field is a rounded rectangular button labeled "Log In".

Gambar 21. Rancangan *interface* halaman *login*

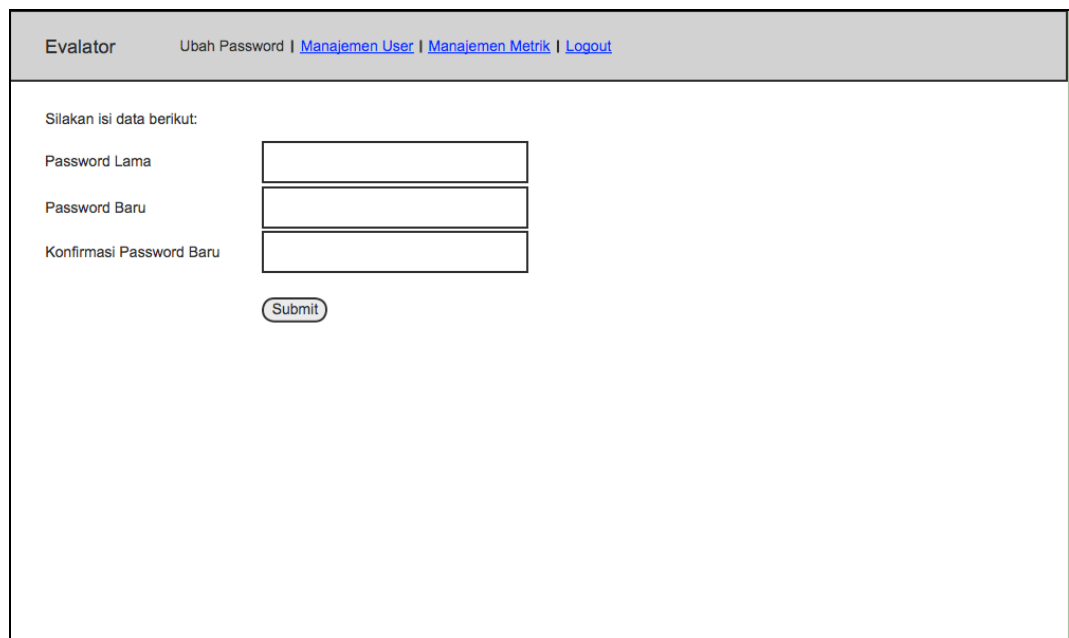
c. Rancangan *interface* halaman *admin*



The screenshot shows a web interface for an administrator. At the top, there is a grey header bar containing the text "Evalator" on the left and a series of links: "Ubah Password", "Manajemen User", "Manajemen Metrik", and "Logout". Below the header, the main content area is white and contains the text "Selamat datang di halaman Administrator".

Gambar 22. Rancangan *interface* halaman *admin*

d. Rancangan *interface* halaman ubah *password*



The screenshot shows a web interface for changing a password. It features a grey header bar with "Evalator" on the left and links for "Ubah Password", "Manajemen User", "Manajemen Metrik", and "Logout". The main content area is white and contains the instruction "Silakan isi data berikut:". Below this, there are three input fields: "Password Lama", "Password Baru", and "Konfirmasi Password Baru". A "Submit" button is located below the input fields.

Gambar 23. Rancangan interface halaman ubah password

e. Rancangan *interface* halaman lihat data pengguna

Evaluator

[Ubah Password](#) | [Manajemen User](#) | [Manajemen Metrik](#) | [Logout](#)

Tambah user

1

2

3

4

Last

No	Username	Nama Lengkap	Email	Opsi
1	John	John Doe	john@domain.com	detail edit hapus
2	John	John Doe	john@domain.com	detail edit hapus
3	John	John Doe	john@domain.com	detail edit hapus
4	John	John Doe	john@domain.com	detail edit hapus
5	John	John Doe	john@domain.com	detail edit hapus
6	John	John Doe	john@domain.com	detail edit hapus
7	John	John Doe	john@domain.com	detail edit hapus
8	John	John Doe	john@domain.com	detail edit hapus
9	John	John Doe	john@domain.com	detail edit hapus
10	John	John Doe	john@domain.com	detail edit hapus

Gambar 24. Rancangan *interface* halaman lihat data pengguna

f. Rancangan *interface* halaman tambah data pengguna

Evaluator

[Ubah Password](#) | [Manajemen User](#) | [Manajemen Metrik](#) | [Logout](#)

Silakan isi data berikut:

Username

Password

Nama lengkap

Email

Role

Ahli

Submit

Gambar 25. Rancangan *interface* halaman tambah data pengguna

g. Rancangan *interface* halaman ubah data pengguna

Evaluator
[Ubah Password](#) | [Manajemen User](#) | [Manajemen Metrik](#) | [Logout](#)

Silakan isi data berikut:

Username	<input type="text" value="John"/>
Password	<input type="password" value="*****"/>
Nama lengkap	<input type="text" value="John Doe"/>
Email	<input type="text" value="john@domain.com"/>
Role	<input type="text" value="Ahli"/>

Gambar 26. Rancangan *interface* halaman ubah data pengguna

h. Rancangan *interface* halaman lihat data metrik

Evaluator
[Ubah Password](#) | [Manajemen User](#) | [Manajemen Metrik](#) | [Logout](#)

1 | 2 | 3 | 4 | Last

Nama Kategori	Nama Proses	Nama Metrik	Pertanyaan	Rekomendasi	Opsi
Lorem ipsum	dolor sit amet	consectetur adipiscing	Curabitur a imperdiet risus	Donec nec fermentum eros	detail edit hapus
Lorem ipsum	dolor sit amet	consectetur adipiscing	Curabitur a imperdiet risus	Donec nec fermentum eros	detail edit hapus
Lorem ipsum	dolor sit amet	consectetur adipiscing	Curabitur a imperdiet risus	Donec nec fermentum eros	detail edit hapus
Lorem ipsum	dolor sit amet	consectetur adipiscing	Curabitur a imperdiet risus	Donec nec fermentum eros	detail edit hapus
Lorem ipsum	dolor sit amet	consectetur adipiscing	Curabitur a imperdiet risus	Donec nec fermentum eros	detail edit hapus
Lorem ipsum	dolor sit amet	consectetur adipiscing	Curabitur a imperdiet risus	Donec nec fermentum eros	detail edit hapus
Lorem ipsum	dolor sit amet	consectetur adipiscing	Curabitur a imperdiet risus	Donec nec fermentum eros	detail edit hapus

Gambar 27. Rancangan *interface* halaman lihat data metrik

i. Rancangan *interface* halaman tambah data metrik

Evaluator [Ubah Password](#) | [Manajemen User](#) | Manajemen Metrik | [Logout](#)

Silakan isi data berikut:

Kategori

Proses

Metrik

Pertanyaan

Rekomendasi

Gambar 28. Rancangan *interface* halaman tambah data metrik

j. Rancangan *interface* halaman ubah data metrik

Evaluator [Ubah Password](#) | [Manajemen User](#) | Manajemen Metrik | [Logout](#)

Silakan isi data berikut:

Kategori

Proses

Metrik

Pertanyaan

Rekomendasi

Gambar 29. Rancangan *interface* halaman ubah data metrik

k. Rancangan *interface* halaman pembobotan

Evalator
[Hasil Pembobotan](#)
|
[Logout](#)

Kuisisioner

Tabel panduan pembobotan

A banding B	B banding A
B banding C	C banding B
C banding D	D banding C

Nama proses A
vs
Nama proses B

Bobot

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

Submit

Gambar 30. Rancangan *interface* halaman pembobotan

l. Rancangan *interface* halaman hasil pembobotan

Evalator
[Hasil Pembobotan](#)
|
[Logout](#)

Hasil pembobotan dengan AHP

Nama Proses	Ahli 1	Ahli 2	Nilai Agregasi
Proses A	0.1	0.1	0.1
Proses B	0.1	0.1	0.1
Proses C	0.1	0.1	0.1
Proses D	0.1	0.1	0.1
Proses E	0.1	0.1	0.1
Proses F	0.1	0.1	0.1
Proses G	0.1	0.1	0.1

Gambar 31. Rancangan *interface* halaman hasil pembobotan

m. Rancangan *interface* halaman penilaian kualitas

Evalotor
[Hasil Pembobotan](#)
|
[Logout](#)

Kuisisioner

Petunjuk

Lorem ipsum dolor sit amet, maiores ornare ac fermentum, imperdiet ut vivamus a, nam lectus at nunc. Quam euismod sem, semper ut potenti pellentesque quisque. In eget sapien sed, sit dui vestibulum ultricies, placerat morbi amet vel, nullam in in lorem vel. In molestie elit dui dictum, praesent nascetur pulvinar sed, in dolor pede in aliquam, risus nec error quis pharetra. Eros metus quam augue suspendisse, metus rutrum risus

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Lorem ipsum dolor sit amet, maiores ornare ac fermentum, imperdiet ut vivamus a, nam lectus at nunc. Quam euismod sem, semper ut potenti pellentesque quisque. In eget sapien sed, sit dui vestibulum ultricies, placerat morbi amet vel, nullam in in lorem vel. In molestie elit dui dictum,	<input type="radio"/> Ya <input type="radio"/> Tidak
2	Lorem ipsum dolor sit amet, maiores ornare ac fermentum, imperdiet ut vivamus a, nam lectus at nunc. Quam euismod sem, semper ut potenti pellentesque quisque. In eget sapien sed, sit dui vestibulum ultricies, placerat morbi amet vel, nullam in in lorem vel. In molestie elit dui dictum,	<input type="radio"/> Ya <input type="radio"/> Tidak
3	Lorem ipsum dolor sit amet, maiores ornare ac fermentum, imperdiet ut vivamus a, nam lectus at nunc. Quam euismod sem, semper ut potenti pellentesque quisque. In eget sapien sed, sit dui vestibulum ultricies, placerat morbi amet vel, nullam in in lorem vel. In molestie elit dui dictum,	<input type="radio"/> Ya <input type="radio"/> Tidak

Submit

Gambar 32. Rancangan *interface* halaman penilaian kualitas

n. Rancangan *interface* halaman hasil penilaian kualitas

Evalotor
[Hasil Pembobotan](#)
|
[Logout](#)

Skor

80

Rekomendasi

- Rekomendasi 1
- Rekomendasi 2
- Rekomendasi 3

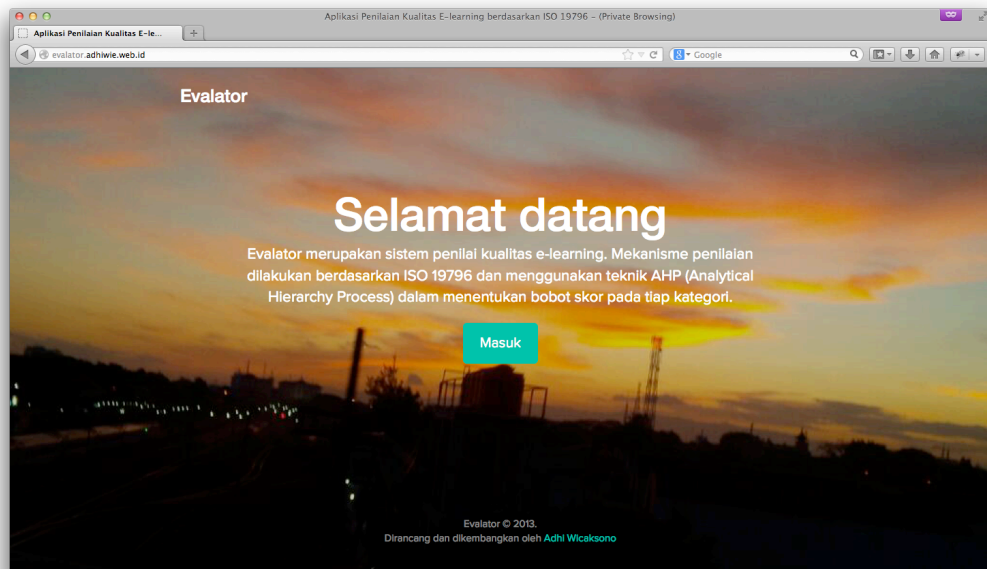
Gambar 33. Rancangan *interface* halaman hasil penilaian kualitas

C. Implementasi Sistem

Setelah melakukan analisis kebutuhan dan membuat rancangan sistem dari aspek rekayasa perangkat lunak dengan menggunakan *Unified Modelling Language* (UML), desain basis data, desain diagram alir dan desain antarmuka, maka selanjutnya dilakukan implementasi sistem termasuk di dalamnya proses pengkodean dan konfigurasi sistem. Berikut hasil dari proses implementasi sistem:

1. Hasil tampilan antarmuka pengguna (*user interface*)

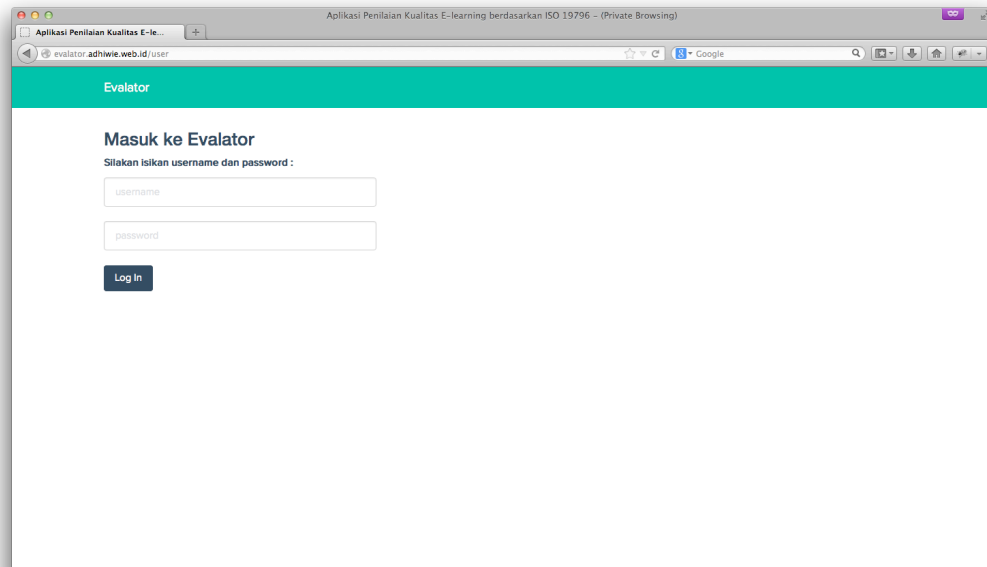
a. Halaman *home*



Gambar 34. Halaman *home*

Gambar 34 tersebut adalah *screenshot* dari halaman *homepage* aplikasi penilaian kualitas *e-learning* berdasarkan ISO 19796-1. Untuk mulai menggunakan aplikasi pengguna dapat mengklik atau melakukan *tap* (jika menggunakan perangkat *touchscreen*) pada tombol “**Masuk**”.

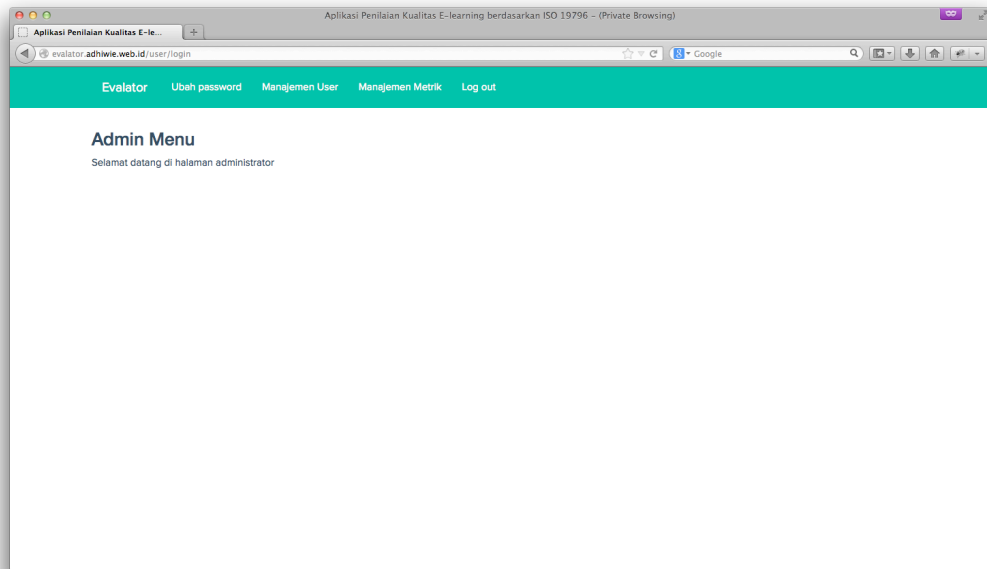
b. Halaman *login*



Gambar 35. Halaman *login*

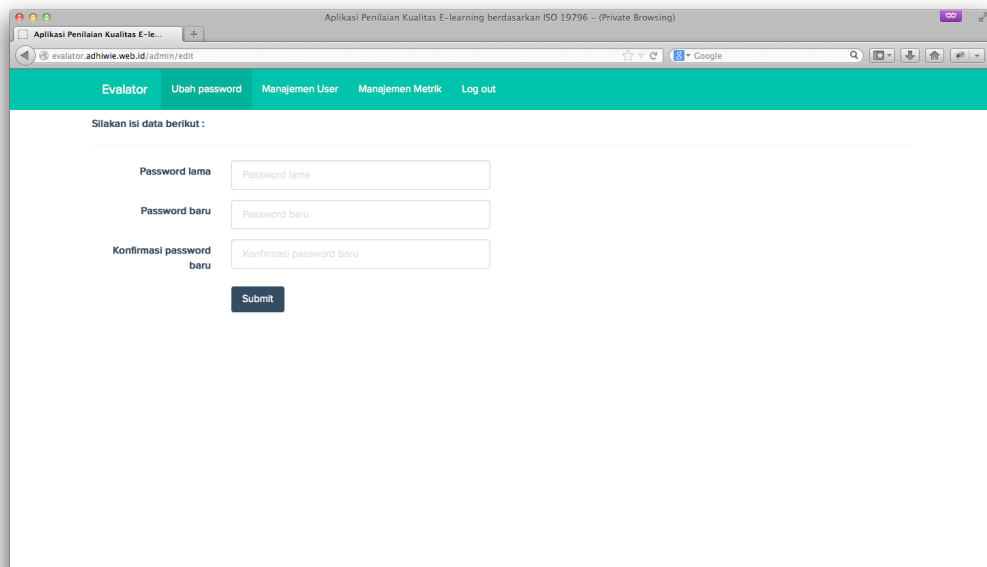
Gambar 35 merupakan halaman *login*. Pengguna harus mengisi *username* dan *password* pada *form* yang telah disediakan untuk selanjutnya mengklik tombol “**Log In**”. Selanjutnya sistem akan melakukan autentikasi untuk mengecek apakah pengguna telah memiliki akun dan berhak masuk ke dalam sistem. Jika autentikasi sukses, maka pengguna akan diarahkan ke halaman sesuai dengan hak akses yang dimilikinya, misal pengguna memiliki hak akses sebagai *administrator* maka pengguna akan diarahkan ke halaman *administrator*. Contoh lain misal pengguna memiliki hak akses sebagai ahli, maka pengguna akan diarahkan ke halaman pembobotan. Jika proses autentikasi gagal, maka sistem akan menampilkan pesan kesalahan dan pengguna akan diarahkan kembali ke halaman *login*.

c. Halaman *administrator*



Gambar 36. Halaman *administrator*

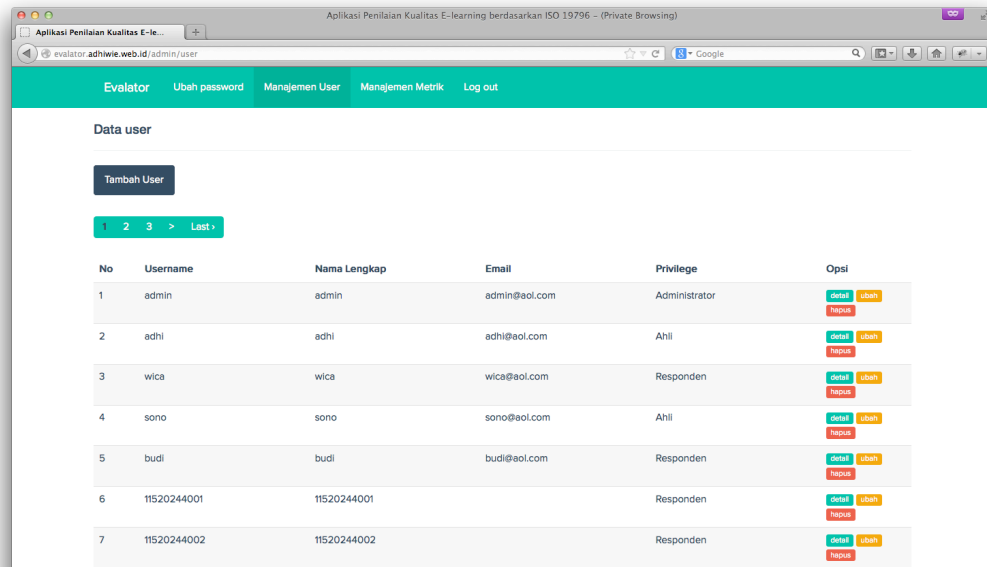
d. Halaman ubah *password*



Gambar 37. Halaman ubah *password*

Pada halaman ini, *administrator* dapat mengubah password *administrator*.

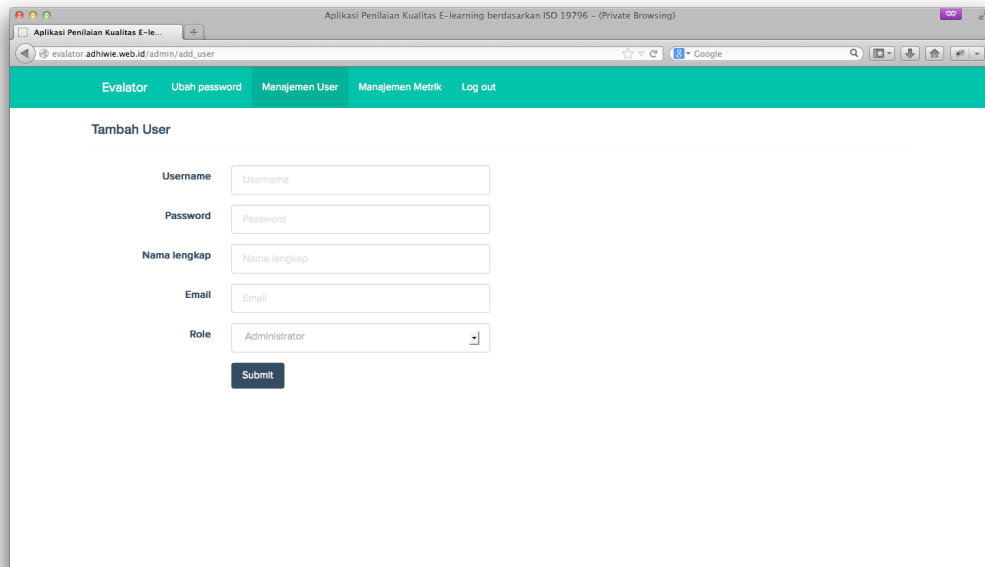
e. Halaman lihat data pengguna



Gambar 38. Halaman lihat data pengguna

Gambar 38 merupakan halaman lihat data pengguna. Terdapat tombol **“Tambah User”** untuk menambahkan data pengguna baru. Di bawah tombol tersebut terdapat tombol navigasi halaman dan ditampilkan data semua pengguna dalam bentuk tabel. Dalam tabel tersebut, data pengguna ditampilkan 10 baris setiap halaman, *administrator* dapat berpindah halaman dengan menggunakan tombol *pagination* di atas tabel. *Administrator* dapat melakukan beberapa aksi seperti melihat detail data pengguna, mengubah data pengguna dan menghapus data pengguna. Desain tombol tersebut dibuat dengan menggunakan warna yang berbeda, yaitu: hijau, oranye dan merah. Hal ini untuk memudahkan pengguna dalam memahami fungsi dari tombol tersebut. Tombol lihat data dibuat dalam warna hijau, tombol ubah data dibuat dalam warna oranye dan tombol hapus data dibuat dalam warna merah.

f. Halaman tambah data pengguna



Aplikasi Penilaian Kualitas E-learning berdasarkan ISO 19796 - (Private Browsing)

evaluator:adhwiw.web.id/admin/add_user

Evaluator Ubah password Manajemen User Manajemen Metrik Log out

Tambah User

Username Username

Password Password

Nama lengkap Nama lengkap

Email Email

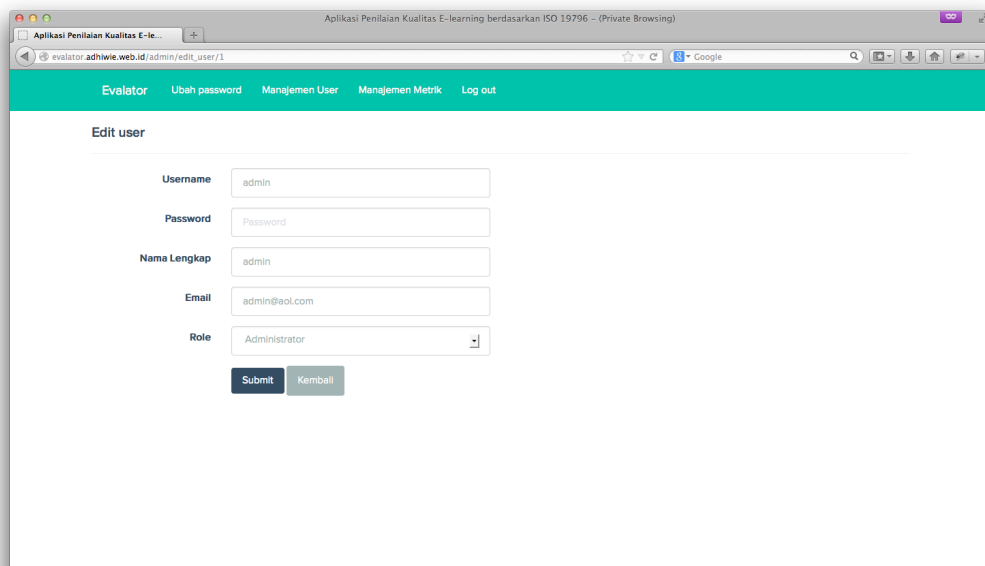
Role Administrator

Submit

Gambar 39. Halaman tambah data pengguna

Pada halaman ini, *administrator* dapat menambahkan data pengguna.

g. Halaman ubah data pengguna



Aplikasi Penilaian Kualitas E-learning berdasarkan ISO 19796 - (Private Browsing)

evaluator:adhwiw.web.id/admin/edit_user/1

Evaluator Ubah password Manajemen User Manajemen Metrik Log out

Edit user

Username admin

Password Password

Nama Lengkap admin

Email admin@eol.com

Role Administrator

Submit Kembali

Gambar 40. Halaman ubah data pengguna

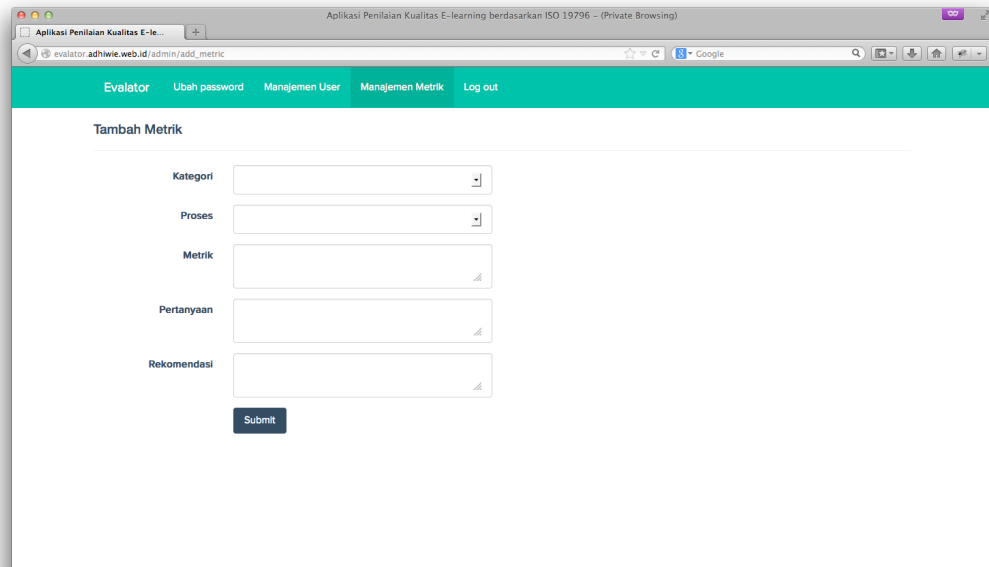
h. Halaman lihat data metrik

Nama Kategori	Nama Proses	Nama Metrik	Pertanyaan	Rekomendasi	Opsi
Conception/Design	Learning Objectives	Keberadaan tujuan instruksional	Apakah setiap materi pembelajaran mencantumkan tujuan instruksional secara eksplisit?	Cantumkan tujuan instruksional secara eksplisit pada setiap materi pembelajaran	Detail Ubah Hapus
Conception/Design	Learning Objectives	Kejelasan tujuan instruksional	Apakah tujuan instruksional yang tercantum dalam materi pembelajaran menunjukkan pengetahuan/teknik yang akan dipelajari?	Tunjukkan pengetahuan/teknik yang akan dipelajari pada tujuan instruksional yang tercantum dalam materi	Detail Ubah Hapus
Conception/Design	Concepts of Content	Kuantitas materi pembelajaran	Apakah jumlah materi pembelajaran tiap mata kuliah sesuai dengan kurikulum/standar SAP minimal 80% dari jumlah pertemuan keseluruhan?	Tambah jumlah materi pembelajaran tiap mata kuliah agar sesuai dengan kurikulum/standar SAP minimal 80% dari jumlah pertemuan keseluruhan	Detail Ubah Hapus
Conception/Design	Concepts of Content	Kualitas akurasi materi pembelajaran	Apakah sistem e-learning menyediakan fitur referensi utama dan referensi pendukung untuk tiap materi pembelajaran?	Sediakan fitur referensi utama dan referensi pendukung untuk tiap materi pembelajaran	Detail Ubah Hapus
Conception/Design	Didactical Concept	Keberadaan studi kasus	Apakah materi pembelajaran yang terdapat pada e-learning ini disertai contoh studi kasus untuk mempermudah pemahaman materi?	Sertakan contoh studi kasus pada materi pembelajaran	Detail Ubah Hapus

Gambar 41. Halaman lihat data metrik

Gambar 41 adalah *screenshot* halaman lihat data metrik. Terdapat tombol **“Tambah metrik”** untuk menambahkan data metrik baru. Di bawah tombol tersebut terdapat tombol navigasi halaman dan ditampilkan data metrik dalam bentuk tabel. Dalam tabel tersebut, data metrik ditampilkan 10 baris setiap halaman, *administrator* dapat berpindah halaman dengan menggunakan tombol *pagination* di atas tabel. *Administrator* dapat melakukan beberapa aksi seperti melihat detail data metrik, mengubah data metrik dan menghapus data metrik. Desain tombol tersebut dibuat dengan menggunakan warna yang berbeda, yaitu: hijau, oranye dan merah. Hal ini untuk memudahkan pengguna dalam memahami fungsi dari tombol tersebut. Tombol lihat data dibuat dalam warna hijau, tombol ubah data dibuat dalam warna oranye dan tombol hapus data dibuat dalam warna merah.

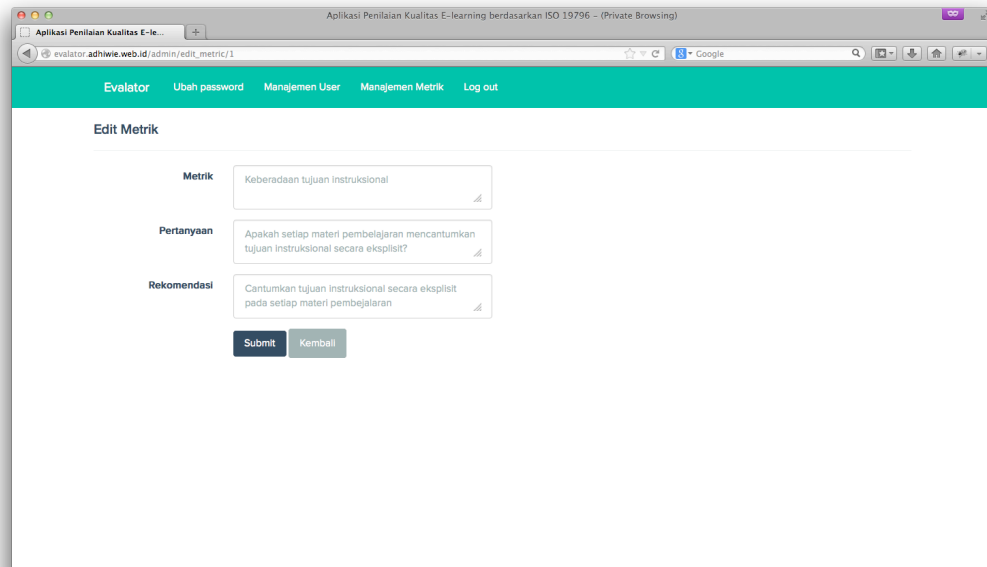
i. Halaman tambah data metrik



Gambar 42. Halaman tambah data metrik

Gambar 42 adalah *screenshot* halaman tambah data metrik di mana *administrator* dapat menambahkan data metrik baru. Di bagian atas *form* terdapat “**Kategori**” dengan input berupa *dropdown*. *Administrator* dapat memilih kategori dengan menggunakan *dropdown* tersebut yang secara otomatis akan melakukan *trigger* terhadap *dropdown* “*Proses*” . Artinya *dropdown* proses merupakan *nested child* dari *dropdown* kategori. Selanjutnya di bagian bawah, *administrator* harus mengisi metrik, pertanyaan yang sesuai dengan metrik tersebut dan rekomendasi apabila responden menjawab tidak terhadap metrik tersebut.

j. Halaman ubah data metrik



Gambar 43. Halaman ubah data metrik

Administrator dapat melakukan perubahan data metrik di halaman ini, dengan persyaratan kategori dan proses sudah tidak dapat diubah karena akan berpengaruh terhadap hasil penilaian. Pada halaman perubahan data metrik, setiap *field* sudah terisi dengan data metrik yang diambil dari *database* sehingga *administrator* dapat langsung melakukan perubahan dan mengklik tombol **Submit** untuk menyimpan perubahan. Jika *administrator* ingin membatalkan perubahan maka dapat mengklik tombol **Kembali** untuk kembali ke halaman data metrik.

k. Halaman pembobotan

Kuisisioner

Petunjuk
Silakan untuk melakukan pembobotan sesuai kriteria di bawah ini :

Skor Penilaian	
1 - Sama penting	
3 - A sedikit lebih penting dari B	1/3 - B sedikit lebih penting dari A
5 - A lebih penting dari B	1/5 - B lebih penting dari A
7 - A sangat penting dari B	1/7 - B sangat penting dari A
9 - A paling penting dari B	1/9 - B paling penting dari A

[Deskripsi proses](#)

Nama Proses A	Nama Proses B	Bobot
Learning Objectives	vs Concepts of Content	1
Learning Objectives	vs Didactical Concept	1
Learning Objectives	vs Organizational Concept	1
Learning Objectives	vs Technical Concept	1

Gambar 44. Halaman pembobotan

Gambar 44 adalah *screenshot* halaman pembobotan yang akan ditampilkan jika seorang ahli *login* ke dalam sistem dan belum melakukan pembobotan sebelumnya. Terdapat informasi tentang petunjuk pembobotan yang ditampilkan dalam bentuk tabel. Di dalam petunjuk tersebut, terdapat tombol **Deskripsi proses** untuk menampilkan keterangan dari masing-masing proses. Pada bagian kuisisioner, ditampilkan perbandingan antara proses A dan proses B, sementara di bagian paling kanan ditampilkan *dropdown* yang berisi bobot yang harus diisi oleh ahli. Proses A dan proses B merupakan representasi dari sub-kategori kualitas *e-learning* pada kategori *conception/design* dan *learning process*. Penyajian proses pembobotan dalam bentuk tabel dimaksudkan agar lebih mudah dalam melakukan perbandingan antara kedua kategori.

Jika digambarkan dalam bentuk tabel berpasangan, maka perbandingan 13 kategori tersebut sebagai berikut:

Tabel 12. Matrik berpasangan perbandingan bobot kategori

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A	1	1	1	1	5	1	1	1	3	3	5	3	3
B	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3	5	5	3
C	1	1	1	1	5	1	1	1	1	5	5	5	0.333
D	1	1	1	1	3	1	1	1	1	5	5	5	3
E	0.2	0.333	0.2	0.333	1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.333	1	0.333	0.333
F	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	5	1
G	1	1	1	1	5	1	1	1	1	5	5	5	1
H	1	1	1	1	5	1	1	1	0.333	5	5	5	5
I	0.333	1	1	1	5	1	1	3.003	1	5	5	5	1
J	0.333	0.333	0.2	0.2	3.003	1	0.2	0.2	0.2	1	5	0.333	0.333
K	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	0.2
L	0.333	0.2	0.2	0.2	3.003	0.2	0.2	0.2	0.2	3.003	5	1	1
M	0.333	0.333	3.003	0.333	3.003	1	1	0.2	1	3.003	5	1	1

Keterangan:

A = Learning Objectives

H = Communication Concept

B = Concepts of Content

I = Concept for Test and

C = Didactical Concept

Evaluation

D = Organizational Concept

J = Concept of Maintenance

E = Technical Concept

K = Administration

F = Concept for Media and

L = Activities

Interaction Design

M = Review of Competency

G = Media Concept

Levels

Jika sudah mengisi semua bobot, maka ahli dapat mengklik tombol **Submit** yang terletak pada bagian bawah halaman.

Administration	vs	Activities	<input type="text" value="1"/>
Administration	vs	Review of Competency Levels	<input type="text" value="1"/>
Activities	vs	Review of Competency Levels	<input type="text" value="1"/>

Submit

Gambar 45. Tombol submit di halaman pembobotan

1. Halaman hasil pembobotan

</

Gambar 46. Halaman hasil pembobotan

Gambar 46 adalah *screenshot* halaman yang menampilkan hasil pembobotan yang telah diberikan oleh ahli. Pada bagian **Nama proses** ditampilkan 13 proses yang digunakan sesuai dengan metrik dalam ISO 19796-1. Selanjutnya pada bagian kanan terdapat **Ahli 1**, **Ahli 2**, **Ahli 3** dan **Ahli 4** yang menampilkan hasil penilaian yang dilakukan oleh kedua ahli tersebut.

Secara detail, berikut proses dan hasil pembobotan yang dilakukan oleh keempat ahli tersebut:

1) Hasil pembobotan oleh ahli 1

Tabel 13 merupakan hasil pembobotan dari ahli 1. Huruf A sampai dengan M mewakili masing-masing kategori kualitas *e-learning* berdasarkan ISO 19796-

1. Berikut hasil pembobotan dari ahli 1:

Tabel 13. Matriks hasil pembobotan kategori dari ahli 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A	1	1	1	1	5	1	1	1	3	3	5	3	3
B	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3	5	5	3
C	1	1	1	1	5	1	1	1	1	5	5	5	0.333
D	1	1	1	1	3	1	1	1	1	5	5	5	3
E	0.2	0.333	0.2	0.333	1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.333	1	0.333	0.333
F	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	5	1
G	1	1	1	1	5	1	1	1	1	5	5	5	1
H	1	1	1	1	5	1	1	1	0.333	5	5	5	5
I	0.333	1	1	1	5	1	1	3.003	1	5	5	5	1
J	0.333	0.333	0.2	0.2	3.003	1	0.2	0.2	0.2	1	5	0.333	0.333
K	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	0.2
L	0.333	0.2	0.2	0.2	3.003	0.2	0.2	0.2	0.2	3.003	5	1	1
M	0.333	0.333	3.003	0.333	3.003	1	1	0.2	1	3.003	5	1	1

Keterangan:

A = Learning Objectives

B = Concepts of Content

C = Didactical Concept

D = Organizational Concept

E = Technical Concept

*F = Concept for Media and
Interaction Design*

G = Media Concept

H = Communication Concept

*I = Concept for Test and
Evaluation*

J = Concept of Maintenance

K = Administration

L = Activities

*M = Review of Competency
Levels*

Dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, akan diperoleh bobot relatif yang dinormalkan. Nilai vektor eigen yang menjadi nilai bobot dihasilkan dari rata-rata bobot relatif untuk setiap baris. Hasil pembobotan dari ahli 1 dapat dilihat pada tabel 14 berikut:

Tabel 14. Matriks hasil pembobotan kategori dari ahli 1 yang sudah dinormalkan

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	AHP
A	0.115	0.106	0.085	0.108	0.106	0.094	0.102	0.091	0.269	0.076	0.088	0.073	0.149	0.112
B	0.115	0.106	0.085	0.108	0.064	0.094	0.102	0.091	0.09	0.076	0.088	0.122	0.149	0.099
C	0.115	0.106	0.085	0.108	0.106	0.094	0.102	0.091	0.09	0.126	0.088	0.122	0.016	0.096
D	0.115	0.106	0.085	0.108	0.064	0.094	0.102	0.091	0.09	0.126	0.088	0.122	0.149	0.103
E	0.023	0.035	0.017	0.036	0.021	0.019	0.02	0.018	0.018	0.008	0.018	0.008	0.016	0.02
F	0.115	0.106	0.085	0.108	0.106	0.094	0.102	0.091	0.09	0.025	0.088	0.122	0.05	0.091
G	0.115	0.106	0.085	0.108	0.106	0.094	0.102	0.091	0.09	0.126	0.088	0.122	0.05	0.099
H	0.115	0.106	0.085	0.108	0.106	0.094	0.102	0.091	0.03	0.126	0.088	0.122	0.248	0.109
I	0.038	0.106	0.085	0.108	0.106	0.094	0.102	0.273	0.09	0.126	0.088	0.122	0.05	0.107
J	0.038	0.035	0.017	0.022	0.064	0.094	0.02	0.018	0.018	0.025	0.088	0.008	0.016	0.036
K	0.023	0.021	0.017	0.022	0.021	0.019	0.02	0.018	0.018	0.005	0.018	0.005	0.01	0.017
L	0.038	0.021	0.017	0.022	0.064	0.019	0.02	0.018	0.018	0.076	0.088	0.024	0.05	0.037
M	0.038	0.035	0.254	0.036	0.064	0.094	0.102	0.018	0.09	0.076	0.088	0.024	0.05	0.075

Keterangan:

A = Learning Objectives

B = Concepts of Content

C = Didactical Concept

D = Organizational Concept

E = Technical Concept

F = Concept for Media and

Interaction Design

G = Media Concept

H = Communication Concept

I = Concept for Test and

Evaluation

J = Concept of Maintenance

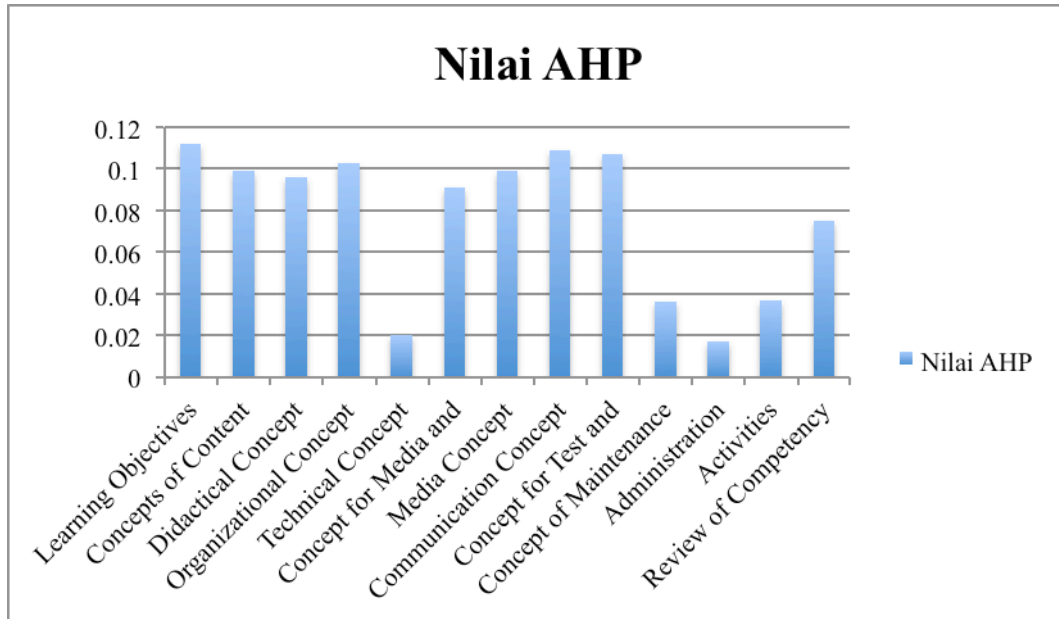
K = Administration

L = Activities

M = Review of Competency

Levels

Gambar 47 adalah grafik dari nilai AHP yang menjadi bobot dari kategori kualitas yang diberikan oleh ahli 1:



Gambar 47. Grafik nilai AHP dari ahli 1

Selanjutnya nilai eigen maksimum ($\lambda_{\text{maksimum}}$) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen (nilai AHP).

Nilai eigen maksimum yang diperoleh adalah:

$$\begin{aligned}
 \lambda_{\text{maksimum}} &= (0,112 \times 0,982) + (0,099 \times 0,933) + (0,096 \times 1,134) + (0,103 \times 0,955) + \\
 &\quad (0,020 \times 0,929) + (0,091 \times 0,964) + (0,099 \times 0,967) + (0,109 \times 1,203) + \\
 &\quad (0,107 \times 1,189) + (0,036 \times 1,408) + (0,017 \times 0,951) + (0,037 \times 1,493) + \\
 &\quad (0,075 \times 1,506) \\
 &= 14,614
 \end{aligned}$$

Karena matriks berordo 13 (yakni terdiri dari 13 kriteria), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{14,614 - 13}{13 - 1} = \frac{1,614}{12} = 0,135$$

Untuk $n = 13$, maka $RI = 1,56$ (Tabel Saaty), sehingga:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,135}{1,56} = 0,086$$

Karena nilai $CR < 0,100$ maka pembobotan yang diberikan oleh ahli adalah konsisten.

2) Hasil pembobotan oleh ahli 2

Tabel 15. Matriks hasil pembobotan kategori dari ahli 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A	1	3	3	3	5	3	3	3	3	5	5	5	3
B	0.333	1	1	1	5	1	1	1	3	5	5	5	3
C	0.333	1	1	3	5	3	3	3	3	5	5	5	3
D	0.333	1	0.333	1	5	3	1	1	1	5	5	5	3
E	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	0.2	0.2	0.333	0.333	1	0.2	0.2
F	0.333	1	0.333	0.333	5	1	1	1	3	5	5	5	5
G	0.333	1	0.333	1	5	1	1	1	3	5	5	5	3
H	0.333	1	0.333	1	5	1	1	1	3	5	5	5	3
I	0.333	0.333	0.333	1	3.003	0.333	0.333	0.333	1	5	5	5	3
J	0.2	0.2	0.2	0.2	3.003	0.2	0.2	0.2	0.2	1	1	0.2	0.2
K	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	0.2	0.2	0.2	1	1	0.333	0.333
L	0.2	0.2	0.2	0.2	5	0.2	0.2	0.2	0.2	5	3.003	1	1
M	0.333	0.333	0.333	0.333	5	0.2	0.333	0.333	0.333	5	3.003	1	1

Keterangan:

A = Learning Objectives

B = Concepts of Content

C = Didactical Concept

D = Organizational Concept

E = Technical Concept

F = Concept for Media and

Interaction Design

G = Media Concept

H = Communication Concept

K = Administration

I = Concept for Test and Evaluation

L = Activities

J = Concept of Maintenance

M = Review of Competency Levels

Dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, akan diperoleh bobot relatif yang dinormalkan. Nilai vektor eigen yang menjad nilai bobot dihasilkan dari rata-rata bobot relatif untuk setiap baris.

Berikut ini adalah hasil dari pembobotan kategori dari ahli 2:

Tabel 16. Matriks hasil pembobotan kategori dari ahli 2 yang sudah dinormalkan

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	AHP
A	0.224	0.287	0.385	0.241	0.094	0.209	0.241	0.241	0.141	0.096	0.102	0.117	0.104	0.191
B	0.075	0.096	0.128	0.08	0.094	0.07	0.08	0.08	0.141	0.096	0.102	0.117	0.104	0.097
C	0.075	0.096	0.128	0.241	0.094	0.209	0.241	0.241	0.141	0.096	0.102	0.117	0.104	0.145
D	0.075	0.096	0.043	0.08	0.094	0.209	0.08	0.08	0.047	0.096	0.102	0.117	0.104	0.094
E	0.045	0.019	0.026	0.016	0.019	0.014	0.016	0.016	0.016	0.006	0.02	0.005	0.007	0.017
F	0.075	0.096	0.043	0.027	0.094	0.07	0.08	0.08	0.141	0.096	0.102	0.117	0.174	0.092
G	0.075	0.096	0.043	0.08	0.094	0.07	0.08	0.08	0.141	0.096	0.102	0.117	0.104	0.091
H	0.075	0.096	0.043	0.08	0.094	0.07	0.08	0.08	0.141	0.096	0.102	0.117	0.104	0.091
I	0.075	0.032	0.043	0.08	0.057	0.023	0.027	0.027	0.047	0.096	0.102	0.117	0.104	0.064
J	0.045	0.019	0.026	0.016	0.057	0.014	0.016	0.016	0.009	0.019	0.02	0.005	0.007	0.021
K	0.045	0.019	0.026	0.016	0.019	0.014	0.016	0.016	0.009	0.019	0.02	0.008	0.012	0.018
L	0.045	0.019	0.026	0.016	0.094	0.014	0.016	0.016	0.009	0.096	0.061	0.023	0.035	0.036
M	0.075	0.032	0.043	0.027	0.094	0.014	0.027	0.027	0.016	0.096	0.061	0.023	0.035	0.044

Keterangan:

A = Learning Objectives

G = Media Concept

B = Concepts of Content

H = Communication Concept

C = Didactical Concept

I = Concept for Test and Evaluation

D = Organizational Concept

J = Concept of Maintenance

E = Technical Concept

K = Administration

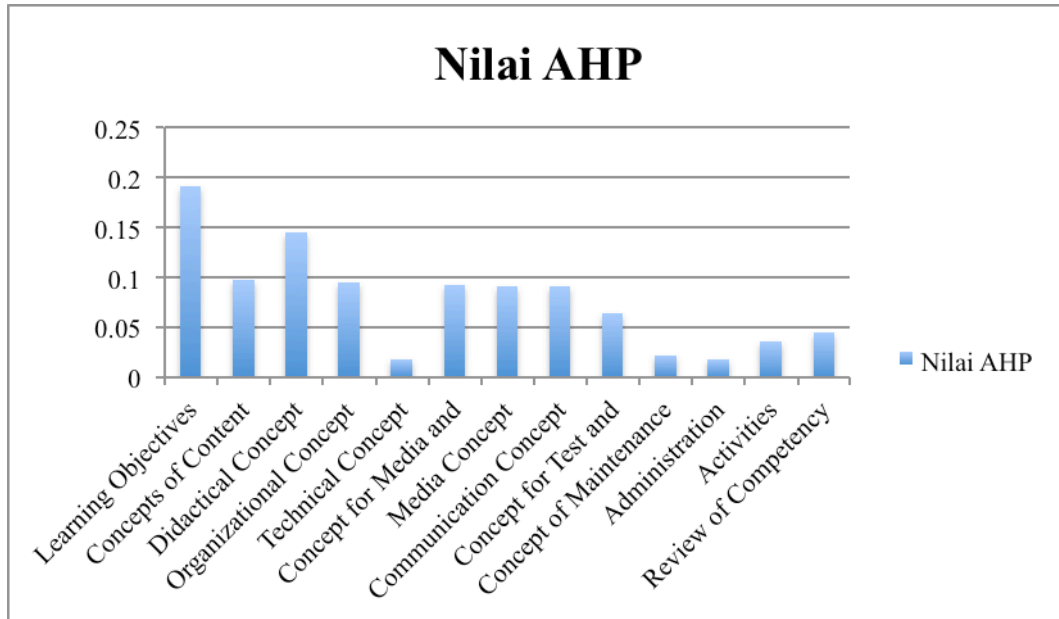
F = Concept for Media and

L = Activities

Interaction Design

M = Review of Competency Levels

Gambar 48 adalah grafik dari nilai AHP yang menjadi bobot dari kategori kualitas yang diberikan oleh ahli 2:



Gambar 48. Grafik nilai AHP dari ahli 2

Selanjutnya nilai eigen maksimum ($\lambda_{\text{maksimum}}$) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen (nilai AHP). Nilai eigen maksimum yang diperoleh adalah:

$$\begin{aligned}
 \lambda_{\text{maksimum}} &= (0,191 \times 0,852) + (0,097 \times 1,017) + (0,145 \times 1,131) + (0,094 \times 1,173) + \\
 &\quad (0,017 \times 0,918) + (0,092 \times 1,317) + (0,091 \times 1,130) + (0,091 \times 1,130) + \\
 &\quad (0,064 \times 1,358) + (0,021 \times 1,083) + (0,018 \times 0,901) + (0,036 \times 1,545) + \\
 &\quad (0,044 \times 1,260) \\
 &= 14,813
 \end{aligned}$$

Karena matriks berordo 13 (yakni terdiri dari 13 kriteria), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{14,813 - 13}{13 - 1} = \frac{1,813}{12} = 0,151$$

Untuk $n = 13$, maka $RI = 1,56$ (Tabel Saaty), sehingga:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,151}{1,56} = 0,097$$

Karena nilai $CR < 0,100$ maka pembobotan yang diberikan oleh ahli adalah konsisten.

3) Hasil pembobotan oleh ahli 3

Tabel 17. Matriks hasil pembobotan kategori dari ahli 3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A	1	1	1	1	5	1	1	1	1	5	5	5	1
B	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	5	1
C	1	1	1	1	5	1	1	1	1	5	5	5	1
D	1	1	1	1	5	1	1	1	1	5	5	5	1
E	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	0.2	0.2	0.333	1	1	1	0.2
F	1	1	1	1	5	1	1	1	1	5	5	5	3
G	1	1	1	1	5	1	1	1	3	5	5	5	3
H	1	1	1	1	5	1	1	1	3	5	5	5	3
I	1	1	1	1	3.003	1	0.333	0.333	1	5	5	5	1
J	0.2	1	0.2	0.2	1	0.2	0.2	0.2	0.2	1	1	1	0.333
K	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	0.2	0.2	0.2	1	1	1	0.333
L	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	0.2	0.2	0.2	1	1	1	0.333
M	1	1	1	1	5	0.333	0.333	0.333	1	3.003	3.003	3.003	1

Keterangan:

A = Learning Objectives

B = Concepts of Content

C = Didactical Concept

D = Organizational Concept

E = Technical Concept

F = Concept for Media and

Interaction Design

G = Media Concept

H = Communication Concept

I = Concept for Test and Evaluation

J = Concept of Maintenance

K = Administration

L = Activities

M = Review of Competency Levels

Dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, akan diperoleh bobot relatif yang dinormalkan. Nilai vektor eigen yang menjadi nilai bobot dihasilkan dari rata-rata bobot relatif untuk setiap baris. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 18 berikut ini:

Tabel 18. Matriks hasil pembobotan kategori dari ahli 3 yang sudah dinormalkan

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	AHP
A	0.102	0.094	0.102	0.102	0.106	0.109	0.118	0.118	0.072	0.116	0.106	0.106	0.062	0.101
B	0.102	0.094	0.102	0.102	0.106	0.109	0.118	0.118	0.072	0.023	0.106	0.106	0.062	0.094
C	0.102	0.094	0.102	0.102	0.106	0.109	0.118	0.118	0.072	0.116	0.106	0.106	0.062	0.101
D	0.102	0.094	0.102	0.102	0.106	0.109	0.118	0.118	0.072	0.116	0.106	0.106	0.062	0.101
E	0.02	0.019	0.02	0.02	0.021	0.022	0.024	0.024	0.024	0.023	0.021	0.021	0.012	0.021
F	0.102	0.094	0.102	0.102	0.106	0.109	0.118	0.118	0.072	0.116	0.106	0.106	0.185	0.11
G	0.102	0.094	0.102	0.102	0.106	0.109	0.118	0.118	0.215	0.116	0.106	0.106	0.185	0.121
H	0.102	0.094	0.102	0.102	0.106	0.109	0.118	0.118	0.215	0.116	0.106	0.106	0.185	0.121
I	0.102	0.094	0.102	0.102	0.064	0.109	0.039	0.039	0.072	0.116	0.106	0.106	0.062	0.086
J	0.02	0.094	0.02	0.02	0.021	0.022	0.024	0.024	0.014	0.023	0.021	0.021	0.021	0.027
K	0.02	0.019	0.02	0.02	0.021	0.022	0.024	0.024	0.014	0.023	0.021	0.021	0.021	0.021
L	0.02	0.019	0.02	0.02	0.021	0.022	0.024	0.024	0.014	0.023	0.021	0.021	0.021	0.021
M	0.102	0.094	0.102	0.102	0.106	0.036	0.039	0.039	0.072	0.07	0.064	0.064	0.062	0.073

Keterangan:

A = Learning Objectives

B = Concepts of Content

C = Didactical Concept

D = Organizational Concept

E = Technical Concept

F = Concept for Media and

Interaction Design

G = Media Concept

H = Communication Concept

I = Concept for Test and

Evaluation

J = Concept of Maintenance

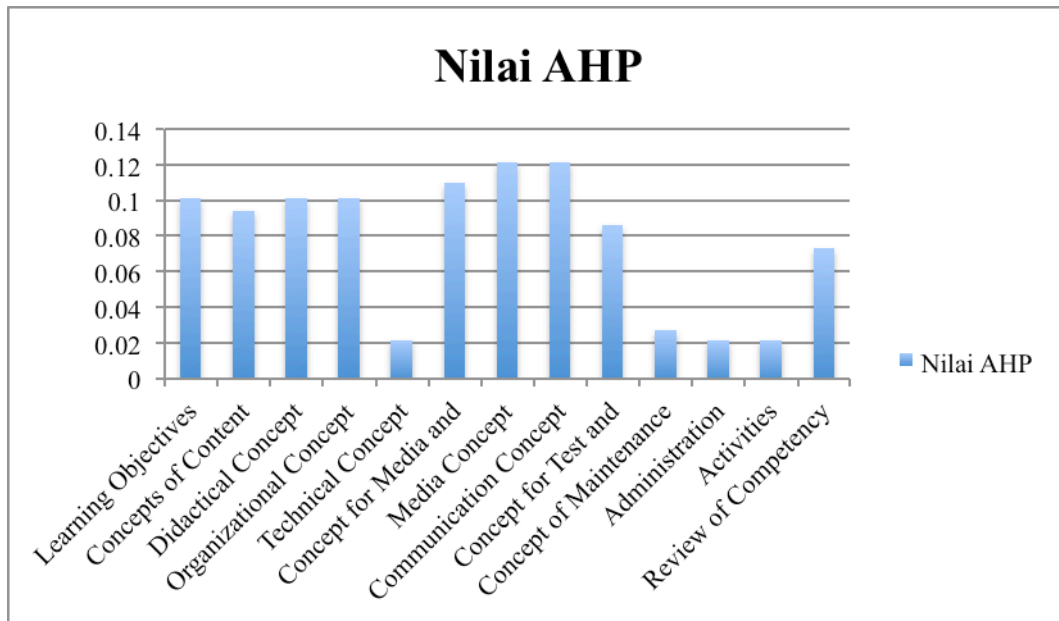
K = Administration

L = Activities

M = Review of Competency

Levels

Gambar 49 adalah grafik dari nilai AHP yang menjadi bobot dari kategori kualitas yang diberikan oleh ahli 3:



Gambar 49. Grafik nilai AHP dari ahli 3

Selanjutnya nilai eigen maksimum ($\lambda_{\text{maksimum}}$) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen (nilai AHP). Nilai eigen maksimum yang diperoleh adalah:

$$\begin{aligned}
 \lambda_{\text{maksimum}} &= (0,101 \times 0,990) + (0,094 \times 0,995) + (0,101 \times 0,990) + (0,101 \times 0,990) + \\
 &\quad (0,021 \times 0,980) + (0,110 \times 1,009) + (0,121 \times 1,028) + (0,121 \times 1,028) + \\
 &\quad (0,086 \times 1,193) + (0,027 \times 1,141) + (0,021 \times 0,976) + (0,021 \times 0,976) + \\
 &\quad (0,073 \times 1,186) \\
 &= 13,483
 \end{aligned}$$

Karena matriks berordo 13 (yakni terdiri dari 13 kriteria), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{13,483 - 13}{13 - 1} = \frac{0,483}{12} = 0,040$$

Untuk $n = 13$, maka $RI = 1,56$ (Tabel Saaty), sehingga:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,040}{1,56} = 0,026$$

Karena nilai $CR < 0,100$ maka pembobotan yang diberikan oleh ahli adalah konsisten.

4) Hasil pembobotan oleh ahli 4

Tabel 19. Matriks hasil pembobotan kategori dari ahli 4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A	1	3	3	3	5	5	5	5	3	5	5	3	3
B	0.333	1	1	1	3	3	3	3	1	3	3	1	1
C	0.333	1	1	1	3	3	3	3	1	3	3	1	1
D	0.333	1	1	1	3	3	3	3	1	3	3	1	1
E	0.2	0.333	0.333	0.333	1	1	1	1	0.333	1	1	0.333	0.333
F	0.2	0.333	0.333	0.333	1	1	1	1	0.333	1	1	0.333	0.333
G	0.2	0.333	0.333	0.333	1	1	1	1	0.333	1	1	0.333	0.333
H	0.2	0.333	0.333	0.333	1	1	1	1	0.333	1	1	0.333	0.333
I	0.333	1	1	1	3.003	3.003	3.003	3.003	1	3	3	1	1
J	0.2	0.333	0.333	0.333	1	1	1	1	0.333	1	1	0.333	0.333
K	0.2	0.333	0.333	0.333	1	1	1	1	0.333	1	1	0.333	0.333
L	0.333	1	1	1	3.003	3.003	3.003	3.003	1	3.003	3.003	1	1
M	0.333	1	1	1	3.003	3.003	3.003	3.003	1	3.003	3.003	1	1

Keterangan:

A = Learning Objectives

B = Concepts of Content

C = Didactical Concept

D = Organizational Concept

E = Technical Concept

F = Concept for Media and

Interaction Design

G = Media Concept

H = Communication Concept

I = Concept for Test and Evaluation

J = Concept of Maintenance

K = Administration

L = Activities

M = Review of Competency Level

Dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, akan diperoleh bobot relatif yang dinormalkan. Nilai vektor eigen yang menjadi nilai bobot dihasilkan dari rata-rata bobot relatif untuk setiap baris. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 20 berikut ini:

Tabel 20. Matriks hasil pembobotan kategori dari ahli 4 yang sudah dinormalkan

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	AHP
A	0.238	0.273	0.273	0.273	0.172	0.172	0.172	0.172	0.273	0.172	0.172	0.273	0.273	0.224
B	0.079	0.091	0.091	0.091	0.103	0.103	0.103	0.103	0.091	0.103	0.103	0.091	0.091	0.096
C	0.079	0.091	0.091	0.091	0.103	0.103	0.103	0.103	0.091	0.103	0.103	0.091	0.091	0.096
D	0.079	0.091	0.091	0.091	0.103	0.103	0.103	0.103	0.091	0.103	0.103	0.091	0.091	0.096
E	0.048	0.03	0.03	0.03	0.034	0.034	0.034	0.034	0.03	0.034	0.034	0.03	0.03	0.033
F	0.048	0.03	0.03	0.03	0.034	0.034	0.034	0.034	0.03	0.034	0.034	0.03	0.03	0.033
G	0.048	0.03	0.03	0.03	0.034	0.034	0.034	0.034	0.03	0.034	0.034	0.03	0.03	0.033
H	0.048	0.03	0.03	0.03	0.034	0.034	0.034	0.034	0.03	0.034	0.034	0.03	0.03	0.033
I	0.079	0.091	0.091	0.091	0.104	0.104	0.104	0.104	0.091	0.103	0.103	0.091	0.091	0.096
J	0.048	0.03	0.03	0.03	0.034	0.034	0.034	0.034	0.03	0.034	0.034	0.03	0.03	0.033
K	0.048	0.03	0.03	0.03	0.034	0.034	0.034	0.034	0.03	0.034	0.034	0.03	0.03	0.033
L	0.079	0.091	0.091	0.091	0.104	0.104	0.104	0.104	0.091	0.104	0.104	0.091	0.091	0.096
M	0.079	0.091	0.091	0.091	0.104	0.104	0.104	0.104	0.091	0.104	0.104	0.091	0.091	0.096

Keterangan:

A = Learning Objectives

B = Concepts of Content

C = Didactical Concept

D = Organizational Concept

E = Technical Concept

F = Concept for Media and

Interaction Design

G = Media Concept

H = Communication Concept

I = Concept for Test and Evaluation

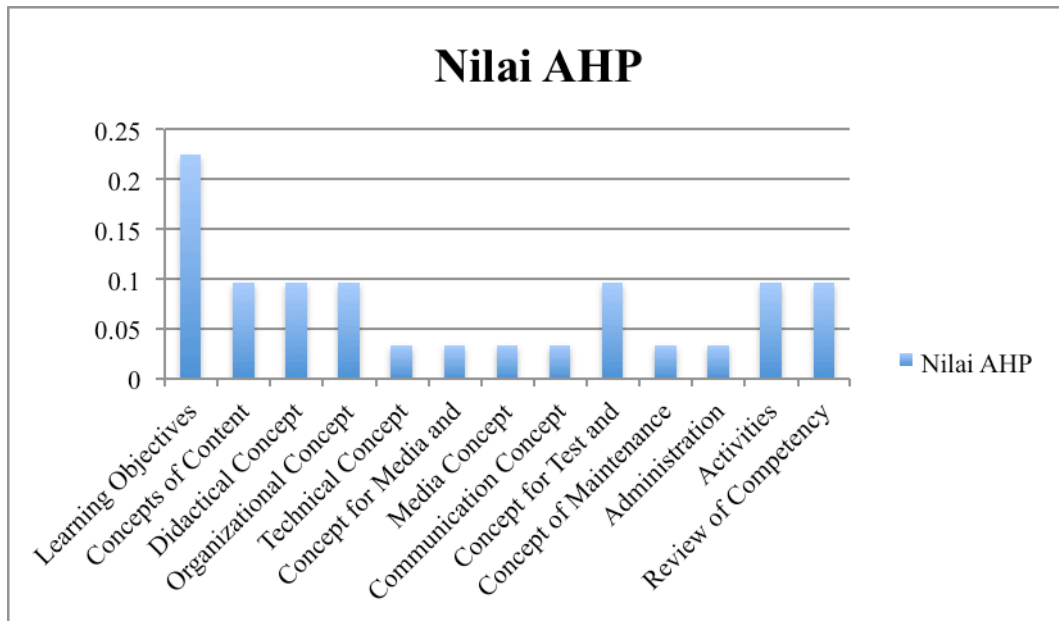
J = Concept of Maintenance

K = Administration

$L = \text{Activities}$

$M = \text{Review of Competency Levels}$

Gambar 50 adalah grafik dari nilai AHP yang menjadi bobot dari kategori kualitas yang diberikan oleh ahli 4:



Gambar 50. Grafik nilai AHP dari ahli 4

Selanjutnya nilai eigen maksimum ($\lambda_{\text{maksimum}}$) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen (nilai AHP).

Nilai eigen maksimum yang diperoleh adalah:

$$\begin{aligned}
 \lambda_{\text{maksimum}} &= (0,224 \times 0,939) + (0,096 \times 1,052) + (0,096 \times 1,052) + (0,096 \times 1,052) + \\
 &\quad (0,033 \times 0,964) + (0,033 \times 0,964) + (0,033 \times 0,964) + (0,033 \times 0,964) + \\
 &\quad (0,096 \times 1,055) + (0,033 \times 0,964) + (0,033 \times 0,964) + (0,096 \times 1,057) + \\
 &\quad (0,033 \times 0,964) \\
 &= 13,046
 \end{aligned}$$

Karena matriks berordo 13 (yakni terdiri dari 13 kriteria), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{13,046 - 13}{13 - 1} = \frac{0,046}{12} = 0,004$$

Untuk $n = 13$, maka $RI = 1,56$ (Tabel Saaty), sehingga:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,004}{1,56} = 0,002$$

Karena nilai $CR < 0,100$ maka pembobotan yang diberikan oleh ahli adalah konsisten.

Setelah mendapatkan bobot dari empat ahli, maka langkah selanjutnya sistem akan melakukan agregasi pada hasil pembobotan dari ahli tersebut. Agregasi dilakukan dengan menggunakan metode *geometric mean* dan dilakukan pada masing-masing kategori. Rumus dari metode *geometric mean* adalah:

$$\left(\prod_{i=1}^n a_i \right)^{1/n} = \sqrt[n]{a_1 a_2 \cdots a_n}.$$

$a_1, a_2 \dots a_n = data\ set$

$n = \text{jumlah data}$

Nilai agregasi dihitung untuk masing-masing kategori dengan jumlah $n = 4$ (dari 4 ahli). Sehingga ada 13 nilai kategori yang akan dicari agregasinya dengan menggunakan rumus *Geometric Mean Method*.

Hasil lengkap agregasi untuk semua kategori ditunjukkan oleh tabel 21 berikut:

Tabel 21. Hasil agregasi pembobotan dari masing-masing ahli untuk semua kategori

Nama Proses	ahli 1	ahli 2	ahli 3	ahli 4	Hasil agregasi
Learning Objectives	0.11246	0.19092	0.101	0.22369	0.148406991796
Concepts of Content	0.09923	0.09715	0.09385	0.09562	0.0964422209599
Didactical Concept	0.09608	0.145	0.101	0.09562	0.107700514365
Organizational Concept	0.10308	0.09408	0.101	0.09562	0.0983751614095
Technical Concept	0.01977	0.01731	0.02085	0.03323	0.0220665802752
Concept for Media and Interaction Design	0.09092	0.09192	0.11046	0.03323	0.0744219775088
Media Concept	0.09869	0.09062	0.12146	0.03323	0.0775113330882
Communication Concept	0.10931	0.09062	0.12146	0.03323	0.0795173489465
Concept for Test and Evaluation	0.10677	0.06385	0.08562	0.09592	0.0865014991954
Concept of Maintenance	0.03562	0.02069	0.02654	0.03323	0.0283936625388
Administration	0.01669	0.01838	0.02077	0.03323	0.0214507346395
Activities	0.03654	0.03615	0.02077	0.09608	0.0402936476027
Review of Competency Levels	0.07454	0.04385	0.07323	0.09608	0.0692500758884

Hasil agregasi tersebut akan menjadi acuan dalam menentukan bobot masing-masing kategori. Hasil penilaian yang diberikan oleh responden akan dikelompokkan ke dalam 13 kategori sesuai dengan ISO 19796-1 dan hasil tersebut dikalikan dengan bobot dari masing-masing kategori untuk mendapatkan nilai akhir dari penilaian kualitas *e-learning*.

m. Halaman penilaian kualitas

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah setiap materi pembelajaran mencantumkan tujuan instruksional secara eksplisit?	<input type="radio"/> Ya <input type="radio"/> Tidak
2	Apakah tujuan instruksional yang tercantum dalam materi pembelajaran menunjukkan pengetahuan/teknik yang akan dipelajari?	<input type="radio"/> Ya <input type="radio"/> Tidak
3	Apakah jumlah materi pembelajaran tiap mata kuliah sesuai dengan kurikulum/standar SAP minimal 80% dari jumlah pertemuan keseluruhan?	<input type="radio"/> Ya <input type="radio"/> Tidak
4	Apakah sistem e-learning menyediakan fitur referensi utama dan referensi pendukung untuk tiap materi pembelajaran?	<input type="radio"/> Ya <input type="radio"/> Tidak
5	Apakah materi pembelajaran yang terdapat pada e-learning ini disertai contoh studi kasus untuk mempermudah pemahaman materi?	<input type="radio"/> Ya <input type="radio"/> Tidak

Gambar 51. Halaman penilaian kualitas

Halaman seperti pada gambar 51 akan ditampilkan jika seorang pengguna dengan hak akses responden sukses *login* ke dalam sistem. Pada bagian petunjuk terdapat perintah untuk menjawab pertanyaan dengan memilih jawaban **Ya** atau **Tidak** sesuai dengan fitur yang terdapat pada *e-learning*. Ada 31 pertanyaan di halaman ini, pertanyaan tersebut berdasarkan data metrik yang sudah tersimpan di dalam *database*. Responden harus menjawab semua pertanyaan yang ada pada halaman ini. Jika ada salah satu pertanyaan yang tidak dijawab, maka sistem akan menampilkan pesan kesalahan dan data tidak akan disimpan sampai semua pertanyaan sudah dijawab oleh responden. Untuk menjawab pertanyaan, responden cukup memilih jawaban **Ya** atau **Tidak** yang terletak di kolom paling kanan atau tepat setelah pertanyaan.

Pertanyaan yang terdapat di halaman penilaian ini diambil dari instrumen yang dibuat oleh Cahyani (2010). Setiap pertanyaan mewakili kategori kualitas *e-learning* sesuai ISO 19796-1. Tabel 22 menyajikan data mengenai daftar pertanyaan lengkap dengan metrik, proses dan kategorinya sebagai berikut:

Tabel 22. Daftar pertanyaan sesuai kategori kualitas e-learning ISO 19796-1

Nama Kategori	Nama Proses	Nama Metrik	Pertanyaan
<i>Conception / design</i>	<i>Learning Objectives</i>	Keberadaan tujuan instruksional	Apakah setiap materi pembelajaran mencantumkan tujuan instruksional secara eksplisit?
<i>Conception / design</i>	<i>Learning Objectives</i>	Kejelasan tujuan instruksional	Apakah tujuan instruksional yang tercantum dalam materi pembelajaran menunjukkan pengetahuan/teknik yang akan dipelajari?
<i>Conception / design</i>	<i>Concepts of Content</i>	Kuantitas materi pembelajaran	Apakah jumlah materi pembelajaran tiap mata kuliah sesuai dengan kurikulum/standar SAP minimal 80% dari jumlah pertemuan keseluruhan?
<i>Conception / design</i>	<i>Concepts of Content</i>	Kualitas akurasi materi pembelajaran	Apakah sistem <i>e-learning</i> menyediakan fitur referensi utama dan referensi pendukung untuk tiap materi pembelajaran?
<i>Conception / design</i>	<i>Didactical Concept</i>	Keberadaan studi kasus	Apakah materi pembelajaran yang terdapat pada <i>e-learning</i> ini disertai contoh studi kasus untuk mempermudah pemahaman materi?

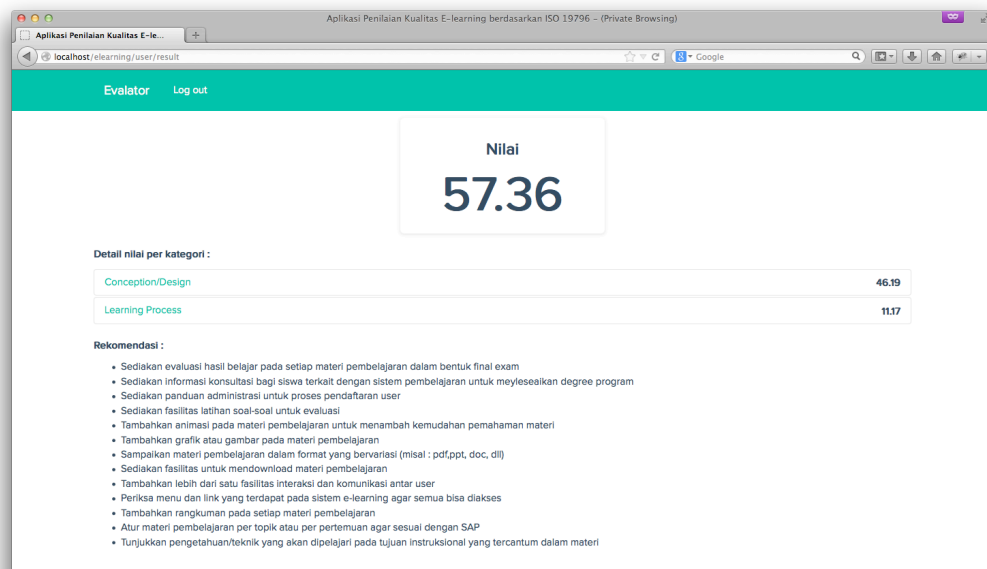
Nama Kategori	Nama Proses	Nama Metrik	Pertanyaan
<i>Conception / design</i>	<i>Didactical Concept</i>	Variasi strategi pembelajaran	Apakah <i>e-learning</i> ini menampilkan berbagai (lebih dari satu) bentuk strategi pembelajaran? (Misal : diskusi/tanya jawab, <i>problem based learning</i> , <i>collaborative learning</i> , <i>student review/summary</i> , <i>information visual</i> , contoh dan analogi, <i>online discussion</i>)
<i>Conception / design</i>	<i>Didactical Concept</i>	Keberadaan referensi/materi bersifat obyektif	Apakah materi pembelajaran yang terdapat pada <i>e-learning</i> ini disertai dengan sumber referensinya?
<i>Conception / design</i>	<i>Organizational Concept</i>	Pembagian materi pembelajaran jelas	Apakah <i>outline</i> materi pembelajaran tercantum dengan jelas?
<i>Conception / design</i>	<i>Organizational Concept</i>	Organisasi/pengaturan materi pembelajaran jelas	Apakah materi pembelajaran dibuat per topik atau per pertemuan sesuai dengan SAP?
<i>Conception / design</i>	<i>Organizational Concept</i>	Sistematika materi pembelajaran: <i>introduction</i>	Apakah setiap materi pembelajaran sudah mengandung <i>introduction</i> (kata pembuka, bisa pula ditambahkan <i>outline</i> materi) ?
<i>Conception / design</i>	<i>Organizational Concept</i>	Sistematika materi pembelajaran: <i>summary</i>	Apakah setiap materi pembelajaran sudah mengandung <i>summary</i> (rangkuman) ?
<i>Conception / design</i>	<i>Organizational Concept</i>	Sistematika materi pembelajaran: <i>assessment/assignment</i>	Apakah setiap materi pembelajaran sudah mengandung <i>assignment</i> dan <i>assessment</i> ?
<i>Conception / design</i>	<i>Technical Concept</i>	<i>Link</i> dan menu berfungsi dengan baik	Apakah menu dan <i>link</i> yang terdapat pada sistem <i>e-learning</i> tidak ada yang <i>broken</i> (semua menu bisa diakses) ?

Nama Kategori	Nama Proses	Nama Metrik	Pertanyaan
<i>Conception / design</i>	<i>Technical Concept</i>	Navigasi tampil jelas dan mudah dipahami	Apakah navigasi antar halaman tampil jelas (mudah dipahami) ?
<i>Conception / design</i>	<i>Concept for Media and Interaction Design</i>	Terdapat fasilitas untuk melakukan komunikasi dan interaksi	Apakah <i>e-learning</i> ini menampilkan (lebih dari satu) fasilitas interaksi dan komunikasi antar <i>user</i> ? (contoh : diskusi/ <i>chat</i> , forum diskusi, <i>personal message</i> , <i>newsgroup</i>)
<i>Conception / design</i>	<i>Concept for Media and Interaction Design</i>	Terdapat fasilitas pencarian	Apakah <i>e-learning</i> ini menampilkan fasilitas pencarian?
<i>Conception / design</i>	<i>Concept for Media and Interaction Design</i>	Terdapat fasilitas unduh materi	Apakah materi pembelajaran dapat diunduh?
<i>Conception / design</i>	<i>Concept for Media and Interaction Design</i>	Terdapat fasilitas penunjang proses unduh	Apakah <i>e-learning</i> menyediakan <i>software</i> untuk mempercepat proses unduh materi?
<i>Conception / design</i>	<i>Media Concept</i>	Vaariasi media pembelajaran	Apakah materi pembelajaran disampaikan dengan menggunakan berbagai (lebih dari satu) format? (misal : ppt, pdf, doc, dll)
<i>Conception / design</i>	<i>Communication Concept</i>	Grafis dan teks saling menunjang untuk mempermudah pemahaman materi	Apakah dalam materi pembelajaran selain dijelaskan dengan teks, juga ditampilkan dengan menggunakan grafik untuk menambah kemudahan pemahaman materi?
<i>Conception / design</i>	<i>Communication Concept</i>	Desain animasi menunjukkan informasi yang jelas	Apakah dalam materi pembelajaran selain dijelaskan dengan teks, juga ditampilkan dengan menggunakan animasi untuk menambah kemudahan pemahaman materi?

Nama Kategori	Nama Proses	Nama Metrik	Pertanyaan
<i>Conception / design</i>	<i>Concept for Test and Evaluation</i>	Terdapat fasilitas evaluasi hasil pembelajaran	Apakah sistem <i>e-learning</i> menyediakan fasilitas latihan soal-soal untuk mengevaluasi materi pembelajaran?
<i>Conception / design</i>	<i>Concept for Test and Evaluation</i>	Model evaluasi mampu menunjukkan tingkat kompetensi	Apakah evaluasi hasil pembelajaran tiap materi dilakukan lebih dari 1x?
<i>Conception / design</i>	<i>Concept of Maintenance</i>	sistem menyediakan fitur untuk mengetahui skenario pembelajaran pada periode sebelumnya	Apakah <i>e-learning</i> ini menyimpan skenario pembelajaran pada periode sebelumnya?
<i>Learning Process</i>	<i>Administration</i>	Sistem menyediakan panduan administrasi pendaftaran	Apakah sistem menyediakan panduan administrasi untuk pendaftaran <i>user</i>
<i>Learning Process</i>	<i>Administration</i>	Sistem menyediakan informasi konsultasi bagi siswa terkait dengan sistem pembelajaran untuk menyelesaikan degree program	Apakah sistem menyediakan informasi konsultasi bagi siswa terkait dengan sistem pembelajaran untuk menyelesaikan <i>degree program</i> ?
<i>Learning Process</i>	<i>Administration</i>	<i>Program flexibility</i>	Apakah user dapat secara fleksibel menentukan mata kuliah apa saja yang diambilnya untuk menyelesaikan <i>degree program</i>
<i>Learning Process</i>	<i>Activities</i>	Terdapat mekanisme penilaian pembelajaran	Apakah <i>e-learning</i> menampilkan panduan/mekanisme/aturan penilaian?
<i>Learning Process</i>	<i>Activities</i>	Terdapat mekanisme penilaian tugas	Apakah <i>e-learning</i> menampilkan panduan/mekanisme/aturan pengumpulan tugas?

Nama Kategori	Nama Proses	Nama Metrik	Pertanyaan
<i>Learning Process</i>	<i>Review of Competency Levels</i>	Terdapat bentuk evaluasi kompetensi berupa <i>pre-test</i>	Apakah di setiap materi pembelajaran terdapat fasilitas <i>pre-test</i> ?
<i>Learning Process</i>	<i>Review of Competency Levels</i>	Terdapat bentuk evaluasi kompetensi berupa <i>final exam</i>	Apakah setiap materi pembelajaran menyediakan evaluasi hasil belajar yang berupa <i>final exam</i> ?

n. Halaman hasil penilaian kualitas



Gambar 52. Halaman hasil penilaian

Gambar 52 menampilkan skor kualitas *e-learning* berdasarkan jawaban yang diisi oleh responden. Skor yang tampil tersebut telah diproses dengan cara mengalikan nilai mentah dari responden dengan bobot kriteria yang telah diolah sebelumnya dengan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dan diagregasi dengan menggunakan metode *geometric mean method*. Responden dapat melihat skor detail untuk masing-masing kategori dan dapat melihat nilai untuk

masing-masing proses dengan mengklik masing-masing kategori. Pada halaman ini juga ditampilkan daftar rekomendasi untuk perbaikan *e-learning*. Daftar rekomendasi ditampilkan dalam bentuk *uneroedered list*. Mekanisme untuk memberikan rekomendasi adalah dengan mencocokkan jawaban dari responden dengan tabel metrik. Jika responden menjawab suatu pertanyaan dengan jawaban **tidak**, maka sistem secara otomatis akan menampilkan rekomendasi yang sesuai dengan metrik pada pertanyaan tersebut. Untuk saat ini, rekomendasi akan ditampilkan untuk masing-masing responden dan belum bersifat global (semua responden) sehingga rekomendasi yang tampli akan berbeda antar pengguna. Daftar rekomendasi tersebut dapat menjadi acuan untuk pengelola *e-learning* agar dapat memperbaiki dan meningkatkan kualitas *e-learning* tersebut agar sesuai dengan ISO 19796-1.

2. Hasil implementasi basis data

Berikut hasil implementasi basis data dalam aplikasi penilaian *kualitas e-learning* berdasarkan ISO 19796-1 ini:

Table	Action	Rows	Type	Collation	Size	Overhead
<input type="checkbox"/> ahp_aggregated		~1	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KiB	-
<input type="checkbox"/> ahp_result		~4	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KiB	-
<input type="checkbox"/> category		~2	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KiB	-
<input type="checkbox"/> column_sum		~52	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KiB	-
<input type="checkbox"/> elearning		~1	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KiB	-
<input type="checkbox"/> metric		~31	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KiB	-
<input type="checkbox"/> normalized_table		~253	InnoDB	latin1_swedish_ci	64 KiB	-
<input type="checkbox"/> process		~13	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KiB	-
<input type="checkbox"/> random_index		~15	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KiB	-
<input type="checkbox"/> raw_table		~253	InnoDB	latin1_swedish_ci	64 KiB	-
<input type="checkbox"/> result		~11	InnoDB	latin1_swedish_ci	48 KiB	-
<input type="checkbox"/> user		~131	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KiB	-
12 tables	Sum	767	MyISAM	latin1_swedish_ci	320 KiB	0 B

Gambar 53. Daftar tabel dalam *database*

Terdapat 12 tabel dalam database aplikasi yang dikembangkan. Berikut detail untuk masing-masing tabel:

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
1	<u>id</u>	int(11)			No	None	AUTO_INCREMENT
2	bobot	text	latin1_swedish_ci		No	None	

Gambar 54. Implementasi tabel *ahp_aggregated*

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
1	<u>id</u>	int(11)			No	None	AUTO_INCREMENT
2	bobot	text	latin1_swedish_ci		No	None	
3	user_id	int(5)			No	None	

Gambar 55. Implementasi tabel *ahp_result*

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
1	<u>id</u>	int(11)			No	None	AUTO_INCREMENT
2	cat_name	varchar(45)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL	

Gambar 56. Implementasi tabel *category*

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
1	<u>id</u>	int(11)			No	None	AUTO_INCREMENT
2	column_id	int(11)			No	None	
3	total	float			No	None	
4	user_id	int(11)			No	None	

Gambar 57. Implementasi tabel *column_sum*

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
1	<u>id</u>	int(11)			No	None	AUTO_INCREMENT
2	name	varchar(45)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL	
3	desc	varchar(65)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL	

Gambar 58. Implementasi tabel *elarning*

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
1	<u>id</u>	int(11)			No	None	AUTO_INCREMENT
2	cat_id	int(11)			No	None	
3	proc_id	int(11)			No	None	
4	metric	text	latin1_swedish_ci		No	None	
5	question	text	latin1_swedish_ci		No	None	
6	recommendation	text	latin1_swedish_ci		No	None	

Gambar 59. Tabel metric

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
1	<u>id</u>	int(11)			No	None	AUTO_INCREMENT
2	row	int(11)			No	None	
3	column	int(11)			No	None	
4	value	float			No	None	
5	user_id	int(11)			No	None	

Gambar 60. Implementasi tabel *normalized_table*

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
1	<u>id</u>	int(11)			No	None	AUTO_INCREMENT
2	proc_name	varchar(45)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL	
3	cat_id	int(11)			No	None	

Gambar 61. Implementasi tabel *process*

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
1	<u>id</u>	int(11)			No	None	AUTO_INCREMENT
2	n	int(11)			No	None	
3	R	double			No	None	

Gambar 62. Implementasi tabel *random_index*

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
1	<u>id</u>	int(11)			No	None	AUTO_INCREMENT
2	row	int(11)			No	None	
3	column	int(11)			No	None	
4	value	float			No	None	
5	user_id	int(11)			No	None	

Gambar 63. Implementasi tabel *raw_table*

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
1	<u>id</u>	int(11)			No	None	AUTO_INCREMENT
2	elearning_id	int(11)			Yes	NULL	
3	user_id	int(11)			Yes	NULL	
4	score_process	text	latin1_swedish_ci		Yes	NULL	
5	recommendation	text	latin1_swedish_ci		No	None	

Gambar 64. Implementasi tabel *result*

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
1	<u>id</u>	int(11)			No	None	AUTO_INCREMENT
2	username	varchar(45)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL	
3	password	varchar(45)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL	
4	name	varchar(45)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL	
5	email	varchar(45)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL	
6	role	int(11)			No	None	
7	status	int(11)			No	None	

Gambar 65. Implementasi tabel *user*

		id	elearning_id	user_id	score_process	recommendation
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	1	1	5	2,2,3,5,2,4,1,2,2,1,3,2,2	
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	2	1	3	2,1,3,3,2,3,1,2,1,1,3,1,2	Tampilkan panduan/mechanisme/aturan pengumpulan tug...
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	3	1	318	2,2,3,4,1,3,1,0,2,1,2,2,0	Sediakan evaluasi hasil belajar pada setiap materi...

Gambar 66. *Record* dalam tabel *result*

D. Revisi Sistem

Dalam tahapan ini, sistem divalidasi oleh ahli yang kompeten untuk mendapatkan masukan sebagai perbaikan dan revisi terhadap sistem yang dikembangkan. Berikut beberapa masukan dan saran:

1. Revisi Instrumen Uji Fungsionalitas

Instrumen yang akan digunakan untuk uji fungsionalitas divalidasi terlebih dahulu oleh ahli yang kompeten. Validasi ini dilakukan oleh 4 orang ahli, yaitu:

Tabel 23. Data ahli untuk validasi instrumen uji *functionality*

No.	Nama	Profesi	Bidang Keahlian
1.	Herman Dwi Surjono, Ph.D.	Pengajaran	<i>E-Learning</i> , Media Pembelajaran
2.	Drs. Muh. Munir, M.Pd.	Pengajaran	Media Pembelajaran, PTK
3.	Dr. Ratna Wardani	Pengajaran	Rekayasa Perangkat Lunak, Interaksi Manusia Komputer
4.	Dessy Irmawati, M.T.	Pengajaran	Algoritma Pemrograman

Berdasarkan hasil konsultasi ke beberapa ahli tersebut, ada beberapa aspek dari instrumen yang perlu diperbaiki, yaitu:

Tabel 24. Saran untuk instrumen uji *functionality*

No.	Saran/ Masukan
1.	Penambahan judul instrumen dan hasil validasi instrumen
2.	Memperjelas definisi uji fungsionalitas yang dimaksud karena perlu ada target fungsionalitas sistem. Misal menambahkan hasil yang diharapkan saat dilakukan uji fungsionalitas
3.	Memperbaiki pilihan kata agar lebih komunikatif terhadap pengguna

Dari hasil validasi yang dilakukan oleh 4 ahli tersebut, diperoleh hasil bahwa instrumen telah valid dan bisa digunakan untuk mengambil data dan digunakan dalam uji fungsionalitas dengan revisi pada beberapa bagian. Hasil instrumen yang telah direvisi ada di lampiran.

2. Revisi Ahli Pemrograman untuk Uji Fungsionalitas

Setelah instrumen divalidasi, maka instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengambil data uji *functionality*. Pengujian *functionality* dilakukan oleh beberapa ahli yang kompeten di bidang rekayasa perangkat lunak.

No.	Nama	Profesi	Bidang Keahlian
1.	Dessy Irmawati, M.T.	Pengajaran	Algoritma Pemrograman
2.	Akhyar Amarullah	<i>Web Developer</i>	<i>Web Development, Mobile Application Development</i>
3.	Clara	<i>System Analyst</i>	Rekayasa Perangkat Lunak, <i>Software Architecture</i>
4.	Omar Komarudin	<i>Web Developer</i>	<i>Web development, Back-end engineering</i>
5.	Nanang Rafsanjani	<i>Programmer</i>	<i>iOS developer, application development</i>

Berdasarkan hasil uji *functionality* yang dilakukn oleh beberapa ahli tersebut, ada beberapa masukan untuk perbaikan sistem yaitu:

No.	Bagian yang direvisi	Saran/ Masukan
1.	Navigasi bar	Warna navigasi bar diganti agar lebih terlihat (beda)
2.	Form	Tambah data untuk verifikasi form
3.	Edit User	Judul field di halaman edit user agar diperbaiki
4.	Metrik	Sorting di halaman manajemen metrik agar diurutkan berdasarkan kategori

Dari hasil pengujian yang dilakukan, sebagian besar fungsi sudah berjalan dengan **BAIK**, sehingga bisa digunakan untuk mengambil data dengan tambahan/perbaikan/revisi pada bagian-bagian tertentu sesuai data diatas.

E. Pengujian Sistem

Dalam tahapan pengujian sistem, aplikasi yang dibuat akan diuji dengan serangkaian uji pada aspek *functionality*, *reliability*, *usability*, *efficiency*,

maintainability dan *portability*. Keenam aspek yang diuji ini sesuai dengan ISO 9126 tentang kualitas perangkat lunak. Berikut hasil uji untuk beberapa aspek tersebut:

1. Pengujian aspek *functionality*

Pengujian aspek *functionality* ini dilakukan dengan menggunakan kuisioner berupa *checklist* yang dilakukan oleh ahli sebanyak 5 orang (*expert judgement*). Hasil uji *functionality* yang dilakukan oleh ahli tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 25. Hasil pengujian *functionality*

No.	Prosedur	Hasil	
		Sukses	Gagal
1.	Navigasi sudah berjalan dengan baik tanpa ada <i>broken link</i>	5	0
2.	Melakukan <i>login</i> ke dalam sistem	5	0
3	Melakukan <i>logout</i> dari sistem	5	0
	Administrator		
4.	Mengubah password <i>administrator</i>	5	0
5.	Melihat data pengguna	5	0
6.	Menambah data pengguna baru	5	0
7.	Melakukan perubahan pada data pengguna	4	1
8.	Menghapus data pengguna yang sudah ada	5	0
9.	Melihat data metrik yang ada	5	0
10.	Menambah data metrik baru	5	0
11.	Melakukan perubahan pada data metrik	5	0
12.	Menghapus data metrik yang sudah ada	5	0

No.	Prosedur	Hasil	
		Sukses	Gagal
	Ahli		
13.	Memberikan bobot penilaian kemudian mengklik tombol <i>submit</i>	5	0
14.	Melihat hasil bobot penilaian	5	0
	Responden		
15.	Menjawab pertanyaan kemudian mengklik tombol <i>submit</i>	5	0
16.	Melihat hasil penilaian dan rekomendasi	5	0
	TOTAL	79	1

Berdasarkan hasil diatas dapat diketahui persentase untuk masing-masing penilaian adalah:

$$\text{Ya} = (79/80) \times 100\% = 98,75\%$$

$$\text{Tidak} = (1/80) \times 100\% = 1.25\%$$

Tabel 26. Analisis data pengujian *functionality*

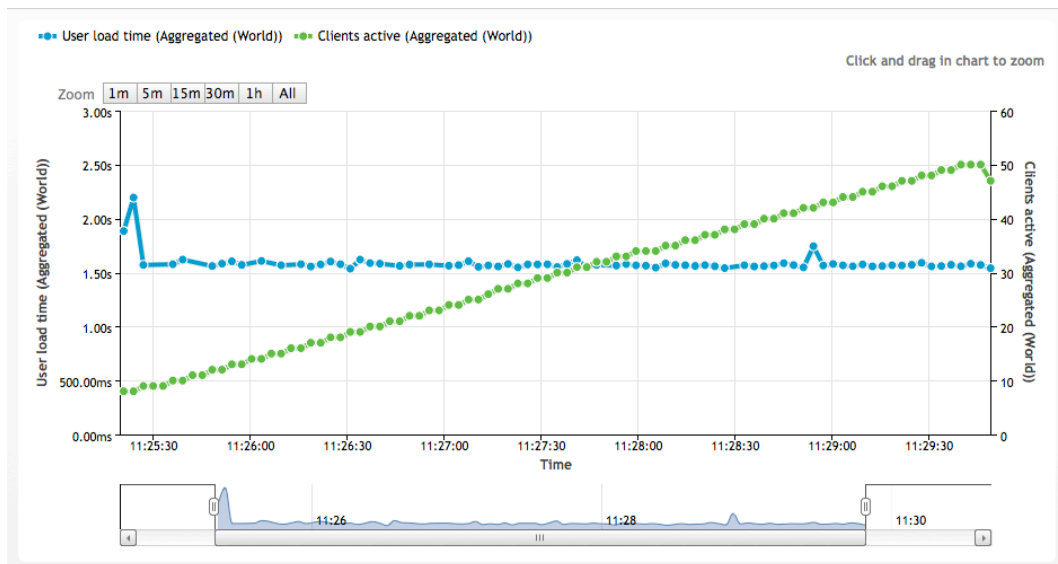
Pertanyaan	Skor Total	Skor Maks	Persentase (%)	Pertanyaan	Skor Total	Skor Maks	Persentase (%)
1.	5	5	100	10.	5	5	100
2.	5	5	100	11.	5	5	100
3.	5	5	100	12.	5	5	100
4.	5	5	100	13.	5	5	100
5.	5	5	100	14.	5	5	100
6.	5	5	100	15.	5	5	100
7.	4	5	99.1	16.	5	5	100
8.	5	5	100	TOTAL	79	80	98.75
9.	5	5	100				

Berdasarkan analisis data pengujian *functionality* di atas, maka diperoleh persentase 98,75% dari pengujian *functionality*. Nilai tersebut kemudian dikonversi ke data kualitatif dan berdasarkan skala penilaian produk media, dari

skor persentase yang didapat maka kualitas perangkat lunak dari sisi *functionality* mempunyai skala “**Sangat tinggi**” dan telah memenuhi aspek *functionality*.

2. Pengujian aspek *reliability*

Pengujian pada aspek *reliability* dilakukan dengan menggunakan *tool* dari *LoadImpact* (www.loadimpact.com) . *Tool* ini dapat melakukan *stress testing* ke website dan dapat mengukur aspek *reliability* dari suatu *website*.



Gambar 67. Grafik simulasi *user load time* dan *clients active*

URL	Load zone	User scenario	Successful	Failed	Last avg
http://evaluator.adhiwie.web.id/	Aggregated (World)	Auto-generated (Thu Jan 2 18:22:45 2014)	277	0	403.19ms
http://evaluator.adhiwie.web.id/	Tokyo, JP (Amazon)	Auto-generated (Thu Jan 2 18:22:45 2014)	277	0	403.19ms

Gambar 68. Hasil *stress testing*

Hasil *stress testing* dengan menggunakan *tool* dari *LoadImpact* menunjukkan dari 277 kali percobaan, 277 sukses sementara 0 gagal. Ini artinya dari sisi *reliability*, *website* penilaian kualitas *e-learning* ini memiliki persentase *reliability* 100% atau **sangat tinggi**.

Pengujian kedua dilakukan dengan menggunakan tool WAPT 8.1. Tool ini mampu mengukur beberapa metrik, yaitu *session*, *page* dan *hits*. Berikut hasil pengujian dengan tool WAPT 8.1 :

Profile	Successful sessions	Failed sessions	Successful pages	Failed pages	Successful hits	Failed hits
Profile1	19	1	320	1	562	2

Number of active users											
Profile	0:00:00-0:00:16	0:00:16-0:00:36	0:00:36-0:00:52	0:00:52-0:01:12	0:01:12-0:01:28	0:01:28-0:01:48	0:01:48-0:02:04	0:02:04-0:02:24	0:02:24-0:02:40	0:02:40-0:03:00	
Profile1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Total	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	

Successful sessions (Failed sessions)											
Profile	0:00:00-0:00:16	0:00:16-0:00:36	0:00:36-0:00:52	0:00:52-0:01:12	0:01:12-0:01:28	0:01:28-0:01:48	0:01:48-0:02:04	0:02:04-0:02:24	0:02:24-0:02:40	0:02:40-0:03:00	Total
Profile1	0(0)	0(0)	0(0)	0(1)	0(0)	0(0)	1(0)	4(0)	8(0)	6(0)	19(1)
Total	0(0)	0(0)	0(0)	0(1)	0(0)	0(0)	1(0)	4(0)	8(0)	6(0)	19(1)

Successful pages (Failed pages)											
Profile	0:00:00-0:00:16	0:00:16-0:00:36	0:00:36-0:00:52	0:00:52-0:01:12	0:01:12-0:01:28	0:01:28-0:01:48	0:01:48-0:02:04	0:02:04-0:02:24	0:02:24-0:02:40	0:02:40-0:03:00	Total
Profile1	6(0)	18(0)	12(0)	30(1)	60(0)	65(0)	36(0)	37(0)	31(0)	25(0)	320(1)
Total	6(0)	18(0)	12(0)	30(1)	60(0)	65(0)	36(0)	37(0)	31(0)	25(0)	320(1)

Successful hits (Failed hits)											
Profile	0:00:00-0:00:16	0:00:16-0:00:36	0:00:36-0:00:52	0:00:52-0:01:12	0:01:12-0:01:28	0:01:28-0:01:48	0:01:48-0:02:04	0:02:04-0:02:24	0:02:24-0:02:40	0:02:40-0:03:00	Total
Profile1	40(0)	42(0)	28(0)	90(1)	84(1)	73(0)	52(0)	42(0)	50(0)	61(0)	562(2)
Total	40(0)	42(0)	28(0)	90(1)	84(1)	73(0)	52(0)	42(0)	50(0)	61(0)	562(2)

Successful sessions per second											
Profile	0:00:00-0:00:16	0:00:16-0:00:36	0:00:36-0:00:52	0:00:52-0:01:12	0:01:12-0:01:28	0:01:28-0:01:48	0:01:48-0:02:04	0:02:04-0:02:24	0:02:24-0:02:40	0:02:40-0:03:00	Total
Profile1	0	0	0	0	0	0	0.06	0.20	0.50	0.30	0.11
Total	0	0	0	0	0	0	0.06	0.20	0.50	0.30	0.11

Successful pages per second											
Profile	0:00:00-0:00:16	0:00:16-0:00:36	0:00:36-0:00:52	0:00:52-0:01:12	0:01:12-0:01:28	0:01:28-0:01:48	0:01:48-0:02:04	0:02:04-0:02:24	0:02:24-0:02:40	0:02:40-0:03:00	Total
Profile1	0.38	0.90	0.75	1.50	3.75	3.25	2.25	1.85	1.94	1.25	1.78
Total	0.38	0.90	0.75	1.50	3.75	3.25	2.25	1.85	1.94	1.25	1.78

Successful hits per second											
Profile	0:00:00-0:00:16	0:00:16-0:00:36	0:00:36-0:00:52	0:00:52-0:01:12	0:01:12-0:01:28	0:01:28-0:01:48	0:01:48-0:02:04	0:02:04-0:02:24	0:02:24-0:02:40	0:02:40-0:03:00	Total
Profile1	2.50	2.10	1.75	4.50	5.25	3.65	3.25	2.10	3.13	3.05	3.13
Total	2.50	2.10	1.75	4.50	5.25	3.65	3.25	2.10	3.13	3.05	3.13

Gambar 69. Hasil pengujian dengan WAPT 8.1

Jika hasil pengujian tersebut disimpulkan dalam bentuk tabel maka hasilnya sebagai berikut:

Tabel 27. Tabel pengujian *reliability* dengan WAPT 8.1

Metrik	Sukses	Gagal	Persentase	Hasil
<i>Sessions</i>	19	1	95%	Sangat tinggi
<i>Pages</i>	320	1	99.68%	Sangat tinggi
<i>Hits</i>	562	2	99.64%	Sangat tinggi

Hasil pengujian aspek *reliability* menunjukkan aplikasi penilaian kualitas *e-learning* tersebut memiliki kualitas *reliability* yang **sangat tinggi**.

3. Pengujian aspek *usability*

Tabel 28. Hasil pengujian *usability*

No. Responden	No. Item Pertanyaan																			Total	Total Kuadrat
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
1	5	6	6	7	5	6	7	6	7	6	6	5	6	7	6	7	7	5	6	116	13456
2	6	4	5	5	4	5	6	5	6	5	6	5	5	5	6	4	5	5	6	98	9604
3	5	5	6	7	6	5	5	5	6	6	5	5	4	5	6	5	4	5	7	102	10404
4	4	5	5	6	5	5	6	4	5	6	5	5	4	5	6	5	5	6	6	98	9604
5	5	5	6	7	6	7	6	6	7	7	5	7	7	5	5	7	6	7	7	118	13924
6	5	6	5	6	5	5	4	5	6	5	5	6	5	6	5	4	6	5	6	100	10000
7	5	6	7	5	6	7	6	6	6	6	7	7	5	6	6	6	6	5	7	115	13225
8	4	4	5	5	4	5	3	4	5	4	5	4	4	5	5	3	5	5	4	83	6889
9	7	6	6	6	6	7	7	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	7	5	118	13924
10	5	6	4	5	6	5	5	6	4	6	5	5	6	4	6	4	6	6	5	99	9801
11	6	5	6	5	6	7	7	7	7	6	5	6	6	6	5	6	6	6	7	115	13225
12	4	5	6	6	6	5	5	4	6	6	5	6	6	5	5	6	4	4	5	99	9801
13	5	7	6	7	6	5	6	5	6	6	7	6	7	6	7	6	6	6	5	115	13225
14	6	6	7	6	7	7	6	6	6	7	6	7	7	5	6	7	7	7	6	122	14884
15	5	6	5	4	5	5	6	6	6	5	6	5	5	5	6	4	5	5	6	100	10000
16	3	4	5	3	4	3	4	5	4	4	4	4	3	5	5	4	3	4	5	76	5776

No. Responden	No. Item Pertanyaan																			Total	Total Kuadrat
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
17	6	6	5	4	6	4	6	6	5	6	5	6	4	6	6	7	6	6	6	106	11236
18	7	5	7	6	6	5	7	6	6	6	5	5	6	5	5	6	5	7	6	111	12321
19	7	7	7	7	5	6	6	7	7	7	6	7	7	5	6	5	5	6	6	119	14161
20	4	6	6	5	5	5	6	5	5	6	6	5	4	5	6	5	4	5	4	97	9409
21	5	7	5	6	7	7	6	7	7	6	6	5	7	5	6	7	6	6	5	116	13456
22	5	6	6	7	7	6	7	6	7	7	7	6	6	7	5	6	7	6	6	120	14400
23	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	5	7	5	6	5	6	5	7	113	12769
24	5	5	6	5	6	6	6	5	6	5	6	5	5	5	6	5	6	5	6	104	10816
25	4	6	5	7	6	5	6	7	6	6	7	5	6	7	6	7	6	7	7	116	13456
26	5	6	6	5	6	6	5	5	6	6	5	6	4	4	4	5	6	5	4	99	9801
27	5	6	6	5	6	7	6	7	6	6	6	6	7	7	6	5	6	7	5	115	13225
28	6	5	6	6	6	5	5	5	6	5	6	4	5	5	6	6	5	5	4	101	10201
29	5	4	5	6	5	4	6	5	6	6	5	6	4	5	6	5	6	5	6	100	10000
30	4	3	4	5	5	4	5	4	5	4	3	3	4	5	2	4	3	4	3	74	5476
Jumlah	154	164	170	170	169	166	172	167	177	173	168	163	162	162	167	162	164	167	168	3165	338469
Jumlah Kuadrat	818	924	982	994	971	954	1012	955	1063	1017	966	913	918	894	953	912	928	955	974		
Varians butir	0.915 5555 56	0.915 5555 56	0.622 2222 22	1.022 2222 22	0.632 2222 22	1.182 2222 22	0.862 2222 22	0.845 5555 56	0.623 3333 33	0.645 5555 56	0.84	0.912 2222 22	1.44	0.64	0.778 8888 89	1.24	1.048 8888 89	0.845 5555 56	1.106 6666 67	17.118 88889	152.05

Hasil perhitungan koefisien *alpha cronbach* dari data tersebut dengan menggunakan SPSS adalah:

Tabel 29. Hasil koefisien *alpha cronbach*

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.937	.938	19

Berdasarkan tabel nilai konsistensi *alpha cronbach* berikut:

Tabel 30. Tabel konsistensi *alpha cronbach*

Cronbach's Alpha	Internal Consistency
$\alpha \geq .9$	Excellent
$.9 > \alpha \geq .8$	Good
$.8 > \alpha \geq .7$	Acceptable
$.7 > \alpha \geq .6$	Questionable
$.6 > \alpha \geq .5$	Poor
$.5 > \alpha$	Unacceptable

Jika dibandingkan dengan tabel konsistensi *alpha cronbach* tersebut, hasil uji *usability* aplikasi yang bernilai **0.937** menunjukkan nilai **Excellent**. Sementara jika dihitung persentasenya sebagai berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Skor hasil}}{\text{Skor total}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = \frac{3165}{3990} \times 100\% = 79.32\%$$

Dari hasil pengujian tersebut, dapat dapat disimpulkan bahwa aplikasi penilaian kualitas *e-learning* telah memenuhi aspek *usability* dengan nilai konsistensi *alpha cronbach* sebesar **0.937 (excellent)** dan persentase **79.32%**.

4. Pengujian aspek *efficiency*

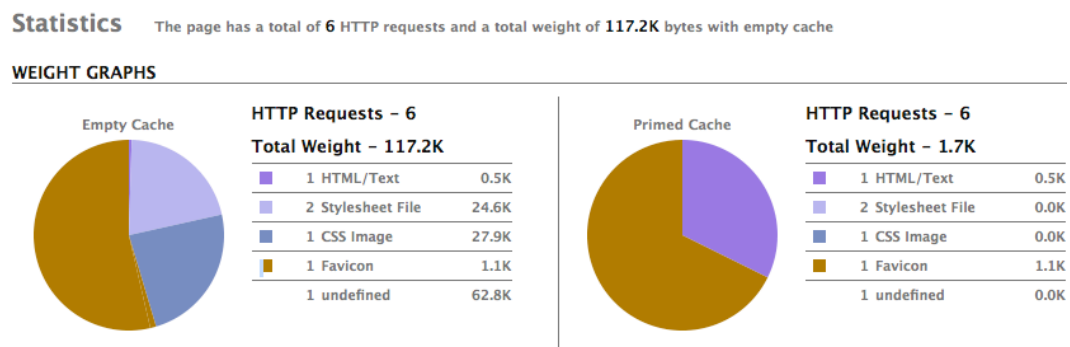
Pengujian aspek *efficiency* dilakukan dengan menggunakan 3 tools yang berbeda. Hasil pengujian dengan menggunakan masing-masing tool adalah sebagai berikut:

a. *Yslow*

Yslow digunakan untuk mengukur beberapa metrik dalam kategori kualitas *efficiency*. Beberapa metrik yang dapat diukur oleh *Yslow* adalah *HTTP request*, ukuran dokumen dan *response time*. Berikut hasil pengujian dengan *Yslow* untuk masing-masing halaman:

1) Halaman depan (*homepage*)

Berikut statistik pengujian halaman depan (*homepage*) dengan menggunakan *Yslow*:



Gambar 70. Statistik pengujian *efficiency* halaman depan

Hasil pengujian menunjukkan terdapat 6 *HTTP request* di halaman depan dan total dokumen sebesar 117.2K tanpa *cache*. Jika menggunakan *cache*, ukuran dokumen menjadi 1.7K.

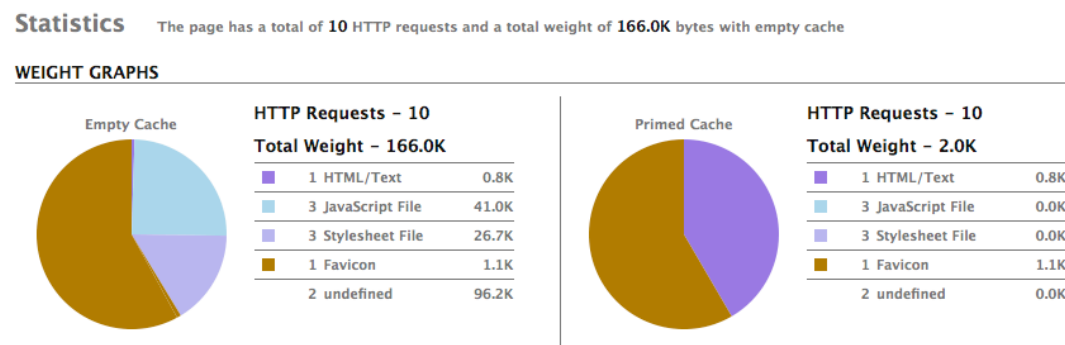
Sementara tabel 31 berikut merupakan hasil pengujian terhadap komponen di halaman depan:

Tabel 31. Hasil pengujian *efficiency* komponen di halaman depan

Type	Size (Kb)	Gzip (Kb)	Response time (ms)
doc	1.6K	0.5K	957
css	71.5K	23.8K	10
cssimage	27.9K		11
font	62.8K		11

2) Halaman *login*

Berikut statistik pengujian halaman *login* dengan menggunakan *Yslow*:



Gambar 71. Statistik pengujian *efficiency* halaman *login*

Hasil pengujian menunjukkan terdapat 10 *HTTP request* di halaman *login* dan total dokumen sebesar 166.0K tanpa *cache*. Jika menggunakan *cache*, ukuran dokumen menjadi 2.0K.

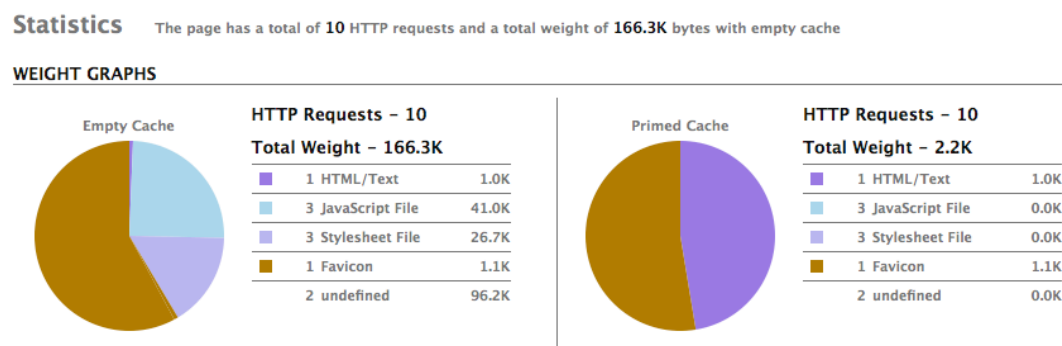
Sementara tabel 32 berikut merupakan hasil pengujian terhadap komponen di halaman *login*:

Tabel 32. Hasil pengujian *efficiency* komponen di halaman *login*

Type	Size (Kb)	Gzip (Kb)	Response time (ms)
doc	2.5K	0.8K	942
js	123.2K	41K	19
css	80.2K	26.6K	18
font	96.2K		19

3) Halaman *admin*

Berikut statistik pengujian halaman *admin* dengan menggunakan *Yslow*:



Gambar 72. Statistik pengujian *efficiency* halaman *admin*

Hasil pengujian menunjukkan terdapat 10 *HTTP request* di halaman *admin* dan total dokumen sebesar 166.3K tanpa *cache*. Jika menggunakan *cache*, ukuran dokumen menjadi 2.2K.

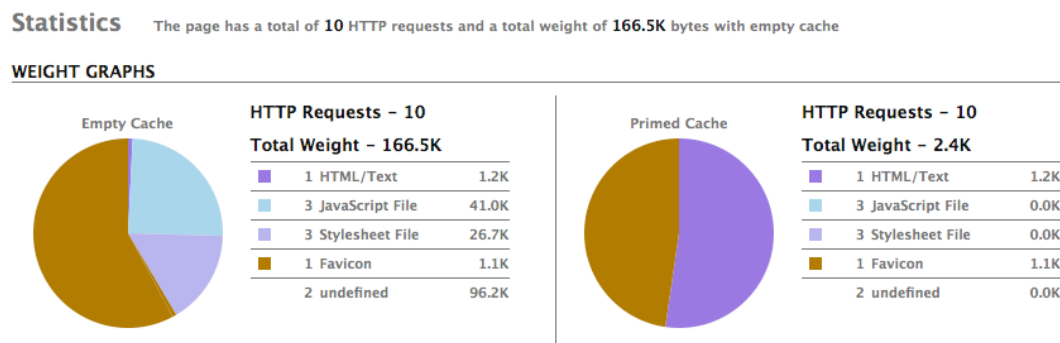
Sementara tabel 33 berikut merupakan hasil pengujian terhadap komponen di halaman *admin*:

Tabel 33. Hasil pengujian *efficiency* komponen di halaman *admin*

Type	Size (Kb)	Gzip (Kb)	Response time (ms)
doc	3.1K	1.0K	892
js	123.2K	41K	19
css	80.2K	26.6K	17
font	96.2K		17

4) Halaman ubah *password admin*

Berikut statistik pengujian halaman ubah *password admin* dengan menggunakan *Yslow*:



Gambar 73. Statistik pengujian *efficiency* halaman ubah *password admin*

Hasil pengujian menunjukkan terdapat 10 *HTTP request* di halaman ubah *password admin* dan total dokumen sebesar 166.5K tanpa *cache*. Jika menggunakan *cache*, ukuran dokumen menjadi 2.4K.

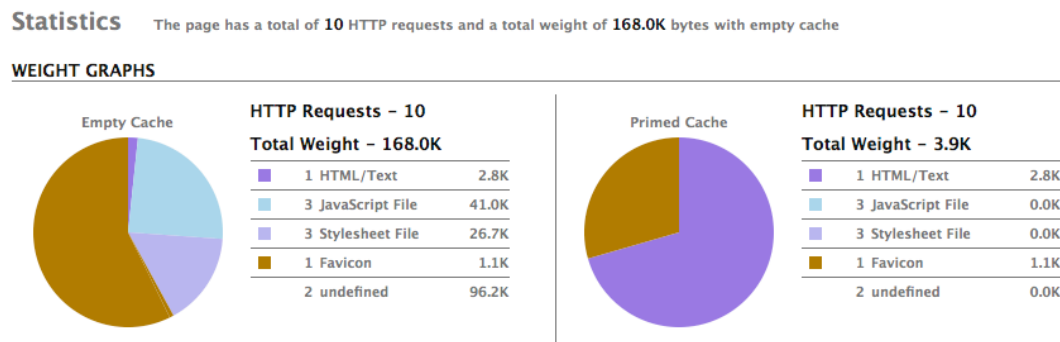
Sementara tabel 34 berikut merupakan hasil pengujian terhadap komponen di halaman ubah *password admin*:

Tabel 34. Hasil pengujian *efficiency* komponen di halaman ubah *password admin*

Type	Size (Kb)	Gzip (Kb)	Response time (ms)
doc	3.8K	1.2K	913
js	123.2K	41K	14
css	80.2K	26.6K	17
font	96.2K		16

5) Halaman lihat data pengguna

Berikut statistik pengujian halaman lihat data pengguna dengan menggunakan *Yslow*:



Gambar 74. Statistik pengujian *efficiency* halaman lihat data pengguna

Hasil pengujian menunjukkan terdapat 10 *HTTP request* di halaman lihat data pengguna dan total dokumen sebesar 168.0K tanpa *cache*. Jika menggunakan *cache*, ukuran dokumen menjadi 3.9K.

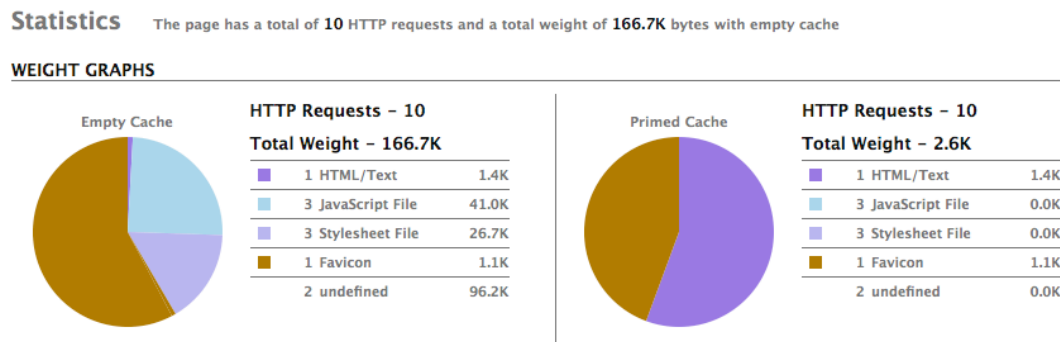
Sementara tabel 35 berikut merupakan hasil pengujian terhadap komponen di halaman lihat data pengguna:

Tabel 35. Hasil pengujian *efficiency* komponen di halaman lihat data pengguna

Type	Size (Kb)	Gzip (Kb)	Response time (ms)
doc	8.4K	2.8K	1618
js	123.2K	41K	13
css	80.2K	26.6K	11
font	96.2K		11

6) Halaman tambah data pengguna

Berikut statistik pengujian halaman tambah data pengguna dengan menggunakan *Yslow*:



Gambar 75. Statistik pengujian *efficiency* halaman tambah data pengguna

Hasil pengujian menunjukkan terdapat 10 *HTTP request* di halaman tambah data pengguna dan total dokumen sebesar 166.7K tanpa *cache*. Jika menggunakan *cache*, ukuran dokumen menjadi 2.6K.

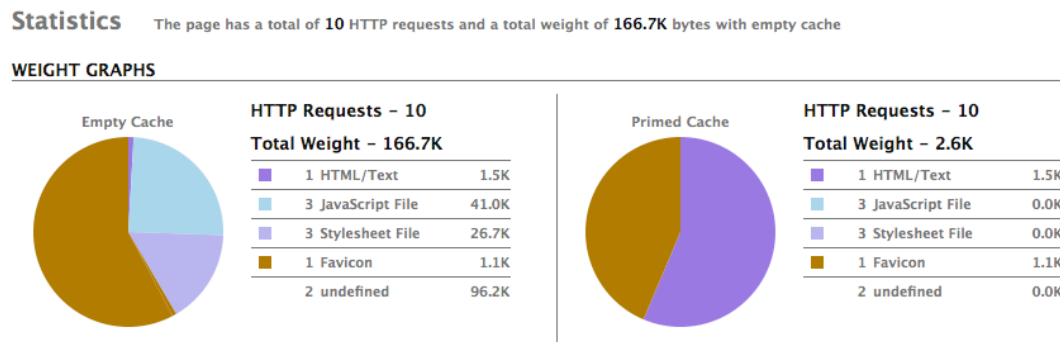
Sementara tabel 36 berikut merupakan hasil pengujian terhadap komponen di halaman tambah data pengguna:

Tabel 36. Hasil pengujian *efficiency* komponen di halaman tambah data pengguna

Type	Size (Kb)	Gzip (Kb)	Response time (ms)
doc	8.4K	2.8K	1618
js	123.2K	41K	13
css	80.2K	26.6K	11
font	96.2K		11

7) Halaman ubah data pengguna

Berikut statistik pengujian halaman ubah data pengguna dengan menggunakan *Yslow*:



Gambar 76. Statistik pengujian *efficiency* halaman ubah data pengguna

Hasil pengujian menunjukkan terdapat 10 *HTTP request* di halaman ubah data pengguna dan total dokumen sebesar 166.7K tanpa *cache*. Jika menggunakan *cache*, ukuran dokumen menjadi 2.6K.

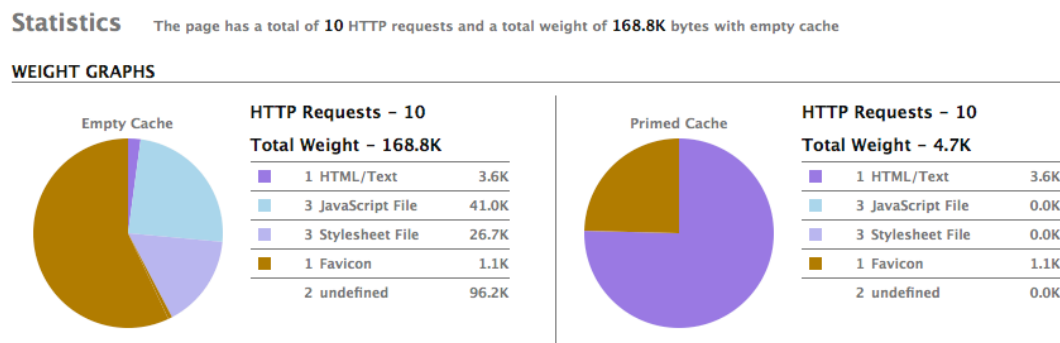
Sementara tabel 37 berikut merupakan hasil pengujian terhadap komponen di halaman ubah data pengguna:

Tabel 37. Hasil pengujian *efficiency* komponen di halaman ubah data pengguna

Type	Size (Kb)	Gzip (Kb)	Response time (ms)
doc	4.5K	1.5K	1413
js	123.2K	41K	16
css	80.2K	26.6K	18
font	96.2K		14

8) Halaman lihat data metrik

Berikut statistik pengujian halaman lihat data metrik dengan menggunakan *Yslow*:



Gambar 77. Statistik pengujian *efficiency* halaman lihat data metrik

Hasil pengujian menunjukkan terdapat 10 *HTTP request* di halaman lihat data metrik dan total dokumen sebesar 168.8K tanpa *cache*. Jika menggunakan *cache*, ukuran dokumen menjadi 4.7K.

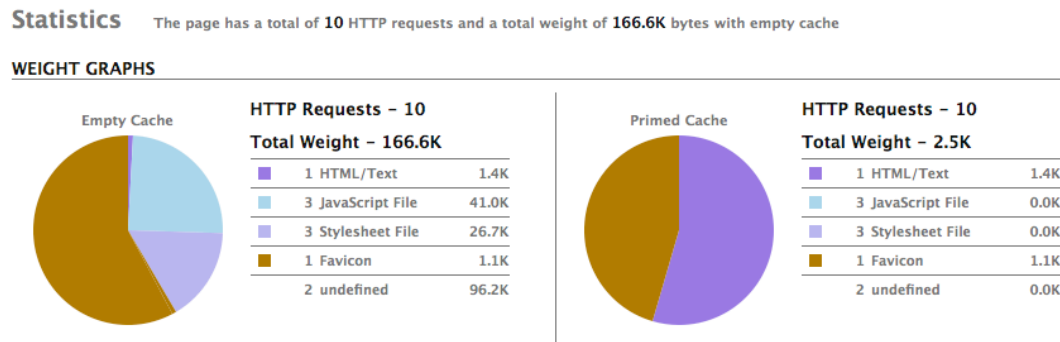
Sementara tabel 38 berikut merupakan hasil pengujian terhadap komponen di halaman lihat data metrik:

Tabel 38. Hasil pengujian *efficiency* komponen di halaman lihat data metrik

Type	Size (Kb)	Gzip (Kb)	Response time (ms)
doc	10.8K	3.6K	1067
js	123.2K	41K	16
css	80.2K	26.6K	17
font	96.2K		17

9) Halaman tambah data metrik

Berikut statistik pengujian halaman tambah data metrik dengan menggunakan *Yslow*:



Gambar 78. Statistik pengujian *efficiency* halaman tambah data metrik

Hasil pengujian menunjukkan terdapat 10 *HTTP request* di halaman tambah data metrik dan total dokumen sebesar 166.6K tanpa *cache*. Jika menggunakan *cache*, ukuran dokumen menjadi 2.5K.

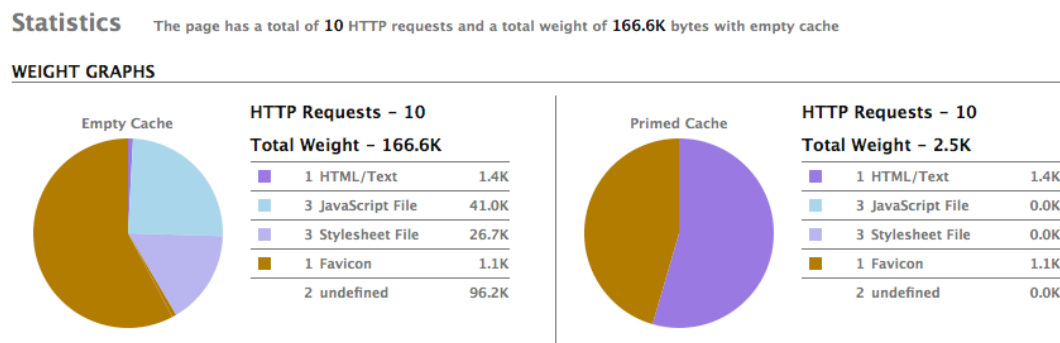
Sementara tabel 39 berikut merupakan hasil pengujian terhadap komponen di halaman tambah data metrik:

Tabel 39. Hasil pengujian *efficiency* komponen di halaman tambah data metrik

Type	Size (Kb)	Gzip (Kb)	Response time (ms)
doc	10.8K	3.6K	1067
js	123.2K	41K	16
css	80.2K	26.6K	17
font	96.2K		17

10) Halaman ubah data metrik

Berikut statistik pengujian halaman ubah data metrik dengan menggunakan *Yslow*:



Gambar 79. Statistik pengujian *efficiency* halaman ubah data metrik

Hasil pengujian menunjukkan terdapat 10 *HTTP request* di halaman ubah data metrik dan total dokumen sebesar 166.6K tanpa *cache*. Jika menggunakan *cache*, ukuran dokumen menjadi 2.5K.

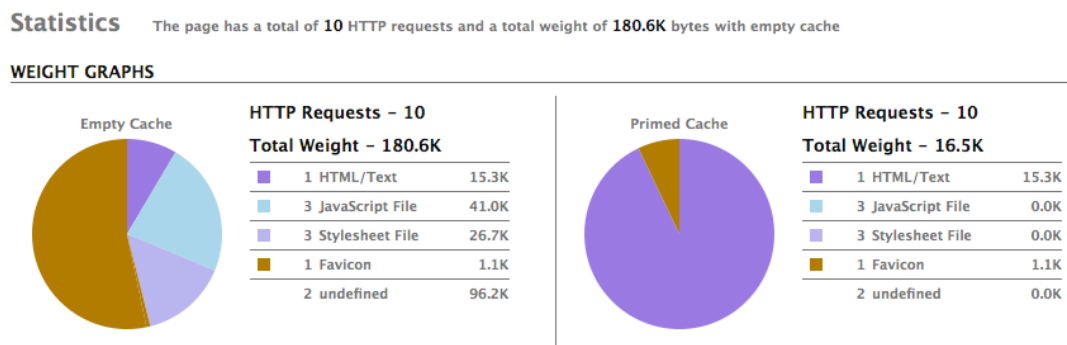
Sementara tabel 40 berikut merupakan hasil pengujian terhadap komponen di halaman ubah data metrik:

Tabel 40. Hasil pengujian *efficiency* komponen di halaman ubah data metrik

Type	Size (Kb)	Gzip (Kb)	Response time (ms)
doc	4.0K	1.3K	873
js	123.2K	41K	10
css	80.2K	26.6K	9
font	96.2K		9

11) Halaman pembobotan

Berikut statistik pengujian halaman pembobotan dengan menggunakan *Yslow*:



Gambar 80. Statistik pengujian *efficiency* halaman pembobotan

Hasil pengujian menunjukkan terdapat 10 *HTTP request* di halaman pembobotan dan total dokumen sebesar 180.6K tanpa *cache*. Jika menggunakan *cache*, ukuran dokumen menjadi 16.5K.

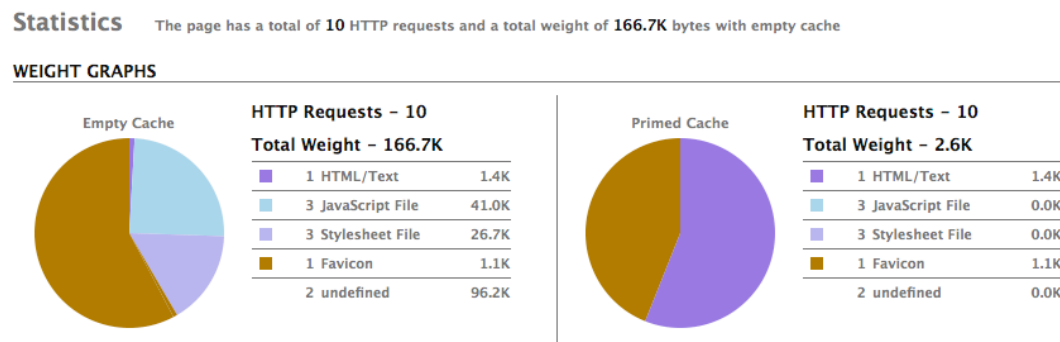
Sementara tabel 41 berikut merupakan hasil pengujian terhadap komponen di halaman pembobotan:

Tabel 41. Hasil pengujian efficiency komponen di halaman pembobotan

Type	Size (Kb)	Gzip (Kb)	Response time (ms)
doc	46.1K	15.3K	1036
js	123.2K	41K	18
css	80.2K	26.6K	9
font	96.2K		11

12) Halaman hasil pembobotan

Berikut statistik pengujian halaman hasil pembobotan dengan menggunakan *Yslow*:



Gambar 81. Statistik pengujian *efficiency* halaman hasil pembobotan

Hasil pengujian menunjukkan terdapat 10 *HTTP request* di halaman hasil pembobotan dan total dokumen sebesar 166.7K tanpa *cache*. Jika menggunakan *cache*, ukuran dokumen menjadi 2.6K.

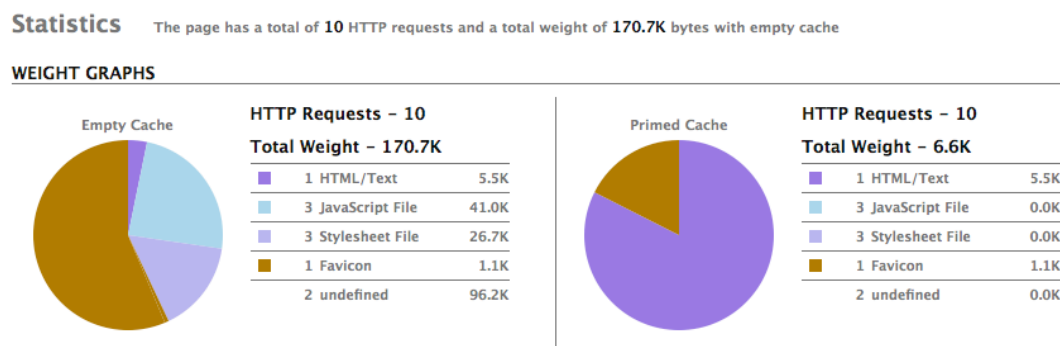
Sementara tabel 42 berikut merupakan hasil pengujian terhadap komponen di halaman hasil pembobotan:

Tabel 42. Hasil pengujian *efficiency* komponen di halaman hasil pembobotan

Type	Size (Kb)	Gzip (Kb)	Response time (ms)
doc	4.4K	1.4K	1173
js	123.2K	41K	11
css	80.2K	26.6K	10
font	96.2K		10

13) Halaman penilaian

Berikut statistik pengujian halaman penilaian dengan menggunakan *Yslow*:



Gambar 82. Statistik pengujian *efficiency* halaman penilaian

Hasil pengujian menunjukkan terdapat 10 *HTTP request* di halaman penilaian dan total dokumen sebesar 160.7K tanpa *cache*. Jika menggunakan *cache*, ukuran dokumen menjadi 6.6K.

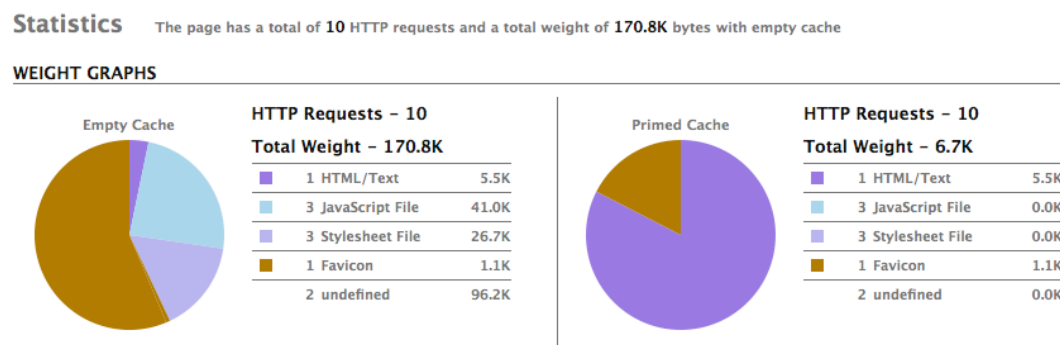
Sementara tabel 43 berikut merupakan hasil pengujian terhadap komponen di halaman penilaian:

Tabel 43. Hasil pengujian *efficiency* komponen di halaman penilaian

Type	Size (Kb)	Gzip (Kb)	Response time (ms)
doc	16.5K	5.5K	967
js	123.2K	41K	10
css	80.2K	26.6K	8
font	96.2K		9

14) Halaman hasil penilaian

Berikut statistik pengujian halaman hasil penilaian dengan menggunakan *Yslow*:



Gambar 83. Statistik pengujian *efficiency* halaman hasil penilaian

Hasil pengujian menunjukkan terdapat 10 *HTTP request* di halaman hasil penilaian dan total dokumen sebesar 170.8K tanpa *cache*. Jika menggunakan *cache*, ukuran dokumen menjadi 6.7K.

Sementara tabel 44 merupakan hasil pengujian terhadap komponen di halaman hasil penilaian:

Tabel 44. Hasil pengujian *efficiency* komponen di halaman hasil penilaian

Type	Size (Kb)	Gzip (Kb)	Response time (ms)
doc	16.5K	5.5K	1039
js	123.2K	41K	11
css	80.2K	26.6K	9
font	96.2K		9

Pengujian dengan menggunakan *Yslow* juga memberikan skor berupa *grade* nilai dari A sampai dengan F. *Grade* tersebut menunjukkan nilai performa keseluruhan terhadap komponen yang diuji. Tabel 45 berikut menunjukkan *grade* untuk masing-masing halaman:

Tabel 45. Tabel *overall performance*

Halaman	<i>Overall performance score</i>	<i>Grade</i>
Homepage	96	A
Login	93	A
Administrator	93	A
Ubah Password	93	A
Lihat Data Pengguna	93	A
Tambah Data Pengguna	93	A
Ubah Data Pengguna	93	A
Lihat Data Metrik	93	A

Halaman	<i>Overall performance score</i>	<i>Grade</i>
Tambah Data Metrik	93	A
Ubah Data Metrik	93	A
Pembobotan	92	A
Hasil Pembobotan	93	A
Penilaian	92	A
Hasil Penilaian	92	A
Rata-rata	93	A

Hasil pengujian *efficiency* dengan menggunakan *Yslow* menunjukkan rata-rata *overall performance score* 93 dan *grade* A. Dengan demikian hasil pengujian *efficiency* dengan *Yslow* menunjukkan hasil **sangat baik**.

b. *PageSpeed Insight*

Pengujian dengan menggunakan *PageSpeed Insight* akan menunjukkan skor dari *website* jika diakses. Rentang skor adalah 0-100. Tabel 46 berikut menunjukkan hasil penilaian *web* aplikasi penilaian kualitas *e-learning* dengan menggunakan *PageSpeed Insight*:

Tabel 46. Hasil pengujian dengan *PageSpeed Insight*

Halaman	<i>Skor Mobile</i>	<i>Skor Desktop</i>
Homepage	84	94
Login	74	93
Administrator	83	93
Ubah Password	83	93

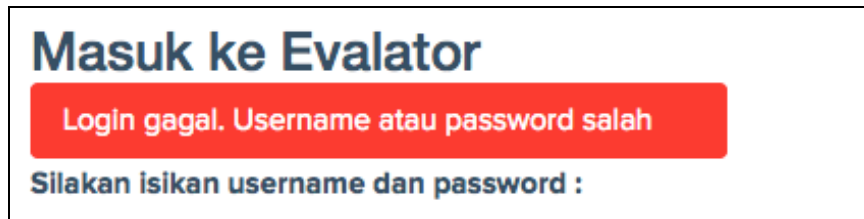
Halaman	Skor <i>Mobile</i>	Skor <i>Desktop</i>
Lihat Data Pengguna	83	93
Tambah Data Pengguna	83	93
Ubah Data Pengguna	83	93
Lihat Data Metrik	83	86
Tambah Data Metrik	83	93
Ubah Data Metrik	83	93
Pembobotan	74	90
Hasil Pembobotan	83	93
Penilaian	95	97
Hasil Penilaian	95	97
Rata-rata	83.5	92.93

Hasil pengujian dengan *PageSpeed Insight* menunjukkan bahwa rata-rata skor performa aplikasi penilaian kualitas *e-learning* jika diakses dengan perangkat mobile adalah **83.5** atau **baik**. Sementara jika diakses dengan menggunakan perangkat desktop maka rata-rata skornya adalah **92.93** atau **sangat baik**.

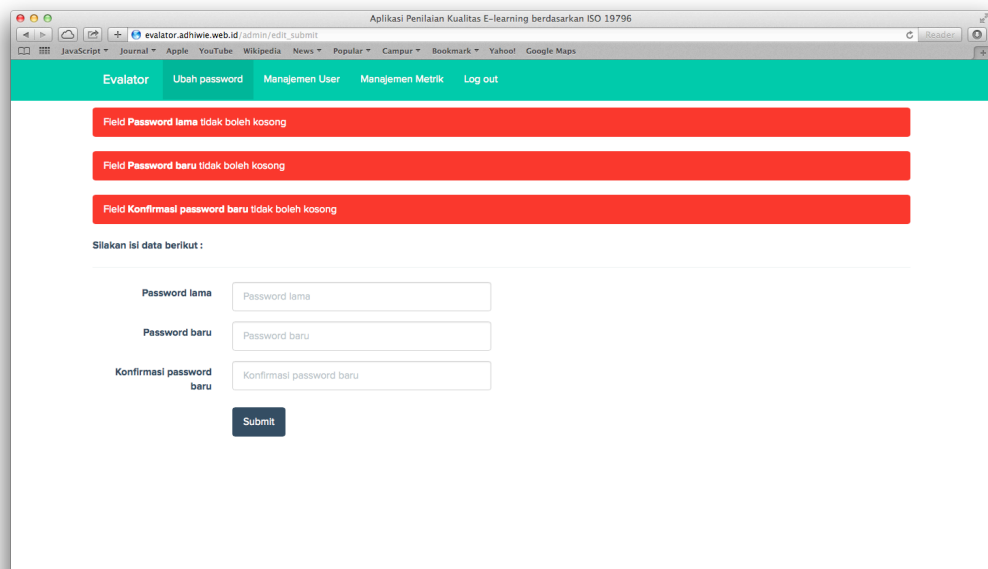
5. Pengujian aspek *maintainability*

Pengujian aspek *maintainability* dilakukan secara operasional untuk mengetahui apakah aplikasi yang dikembangkan memenuhi metrik pada aspek *maintainability*.

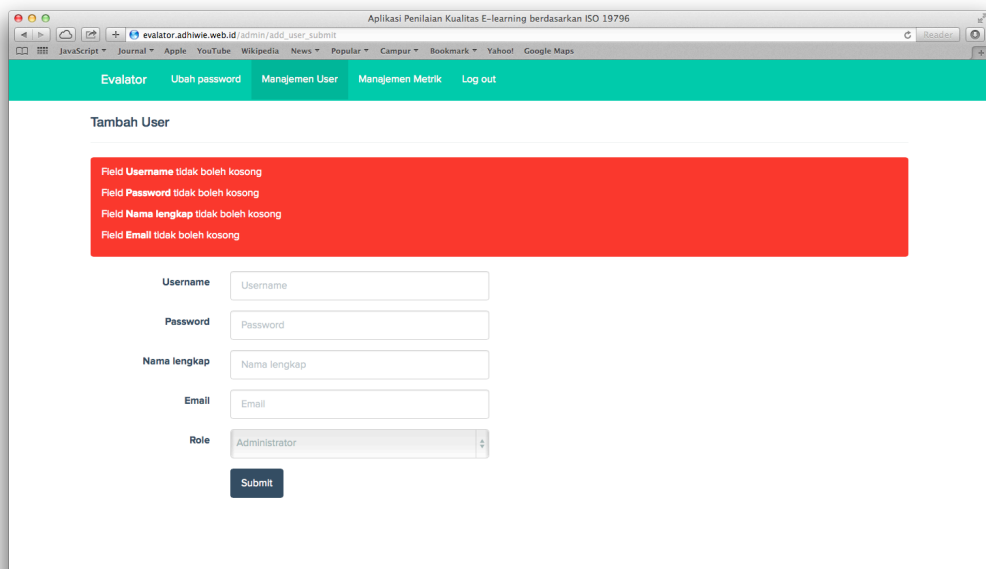
Ada tiga metrik yang akan digunakan, yaitu *instrumentation*, *consistency* dan *simplicity*. Berikut hasil pengujian tersebut:



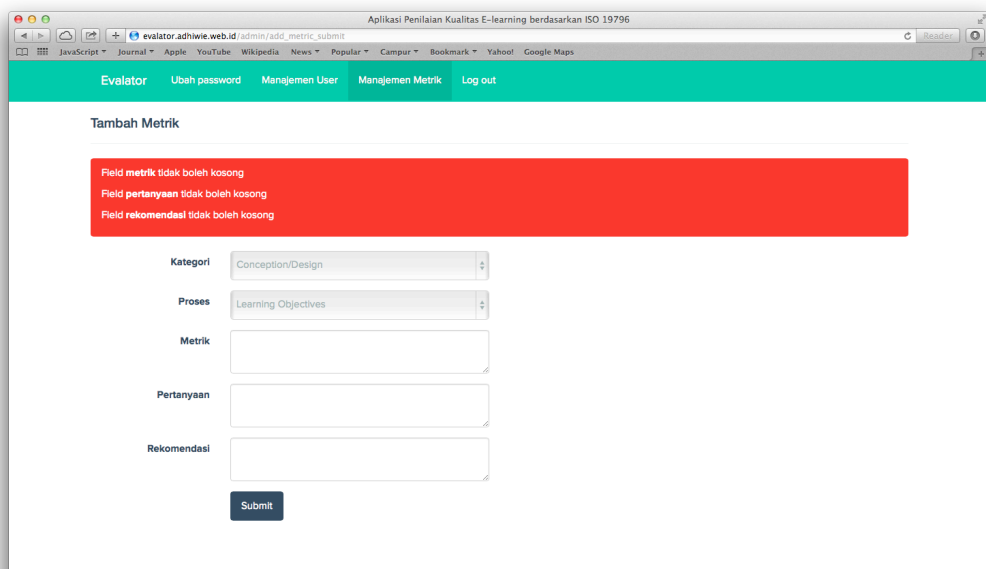
Gambar 84. Pesan gagal login



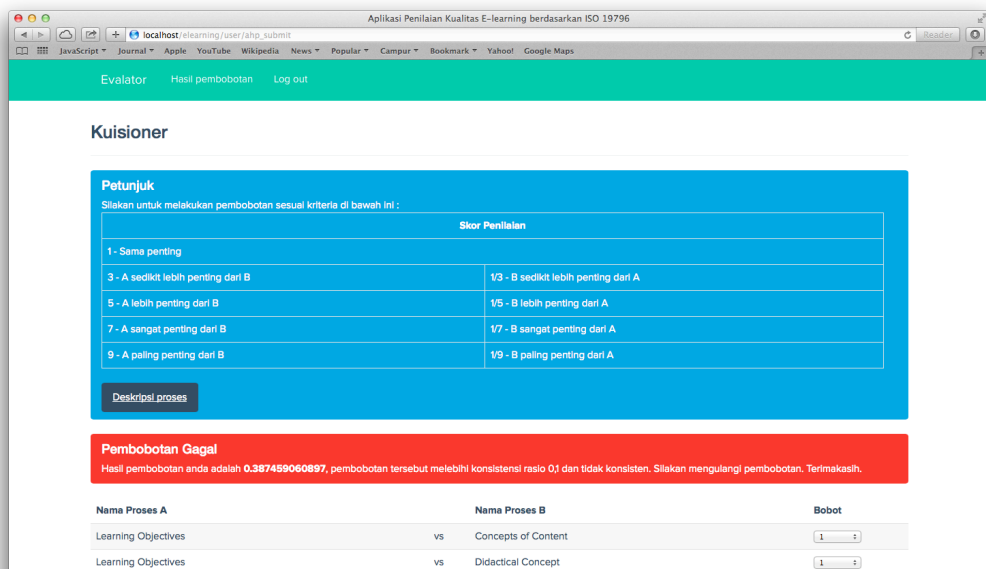
Gambar 85. Pesan kesalahan saat gagal *update password admin*



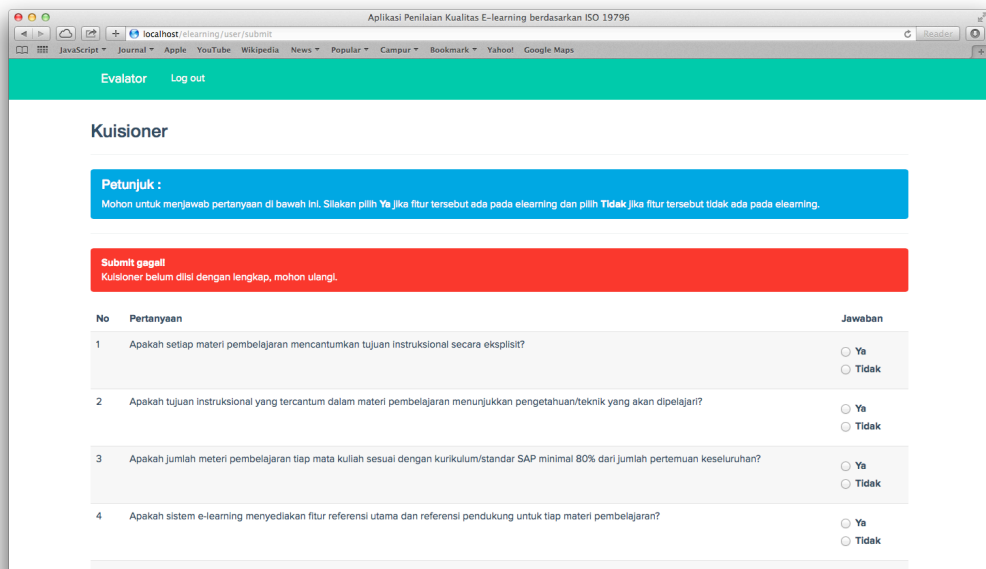
Gambar 86. Pesan kesalahan saat gagal tambah data pengguna



Gambar 87. Pesan kesalahan saat gagal tambah data metrik



Gambar 88. Pesan kesalahan saat gagal melakukan pembobotan



Gambar 89. Pesan kesalahan saat gagal melakukan penilaian

Dari hasil pengujian tersebut didapat hasil uji *maintainability* seperti pada tabel 46 berikut:

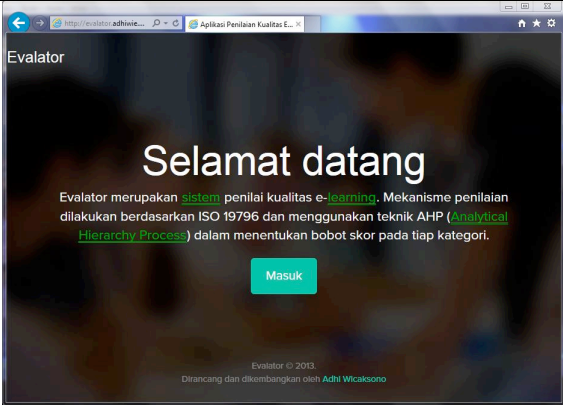
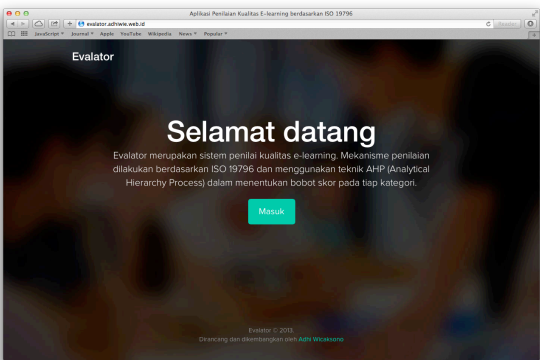
Tabel 47. Analisis hasil pengujian *maintainability*

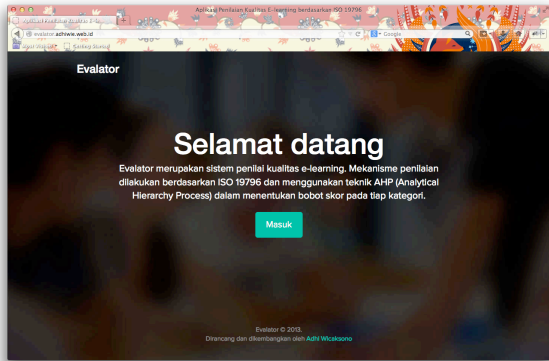
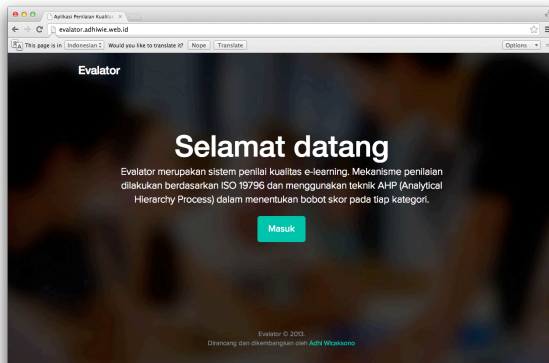
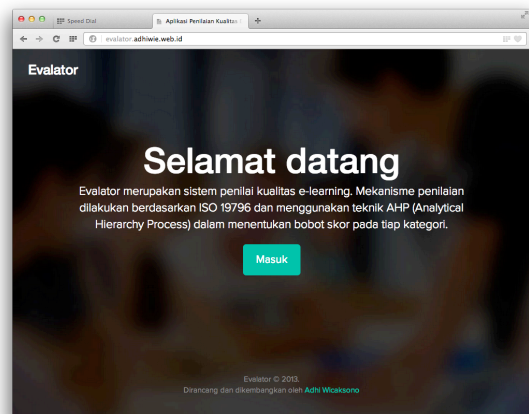
Aspek	Aspek yang dinilai	Hasil yang diperoleh
<i>Instrumentation</i>	Terdapat peringatan pada sistem untuk mengidentifikasi kesalahan	Hasil pengujian yang dilakukan secara operasional menunjukkan bahwa sistem memberikan pesan kesalahan(peringatan) saat sistem gagal mengeksekusi fungsi tertentu
<i>Consistency</i>	Penggunaan satu bentuk rancangan pada seluruh rancangan sistem	Hasil pengujian menunjukkan sistem memiliki rancangan yang sama dan memiliki tampilan yang konsisten dari satu halaman ke halaman lain.
<i>Simplicity</i>	Kemudahan dalam pengelolaan, perbaikan dan pengembangan sistem	Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mudah dikembangkan karena dibuat dengan skema <i>Model-View-Controller</i> (MVC) dan bersifat modular sehingga penambahan atau <i>maintenance</i> pada suatu modul tidak akan mempengaruhi modul lainnya sehingga mudah dikembangkan

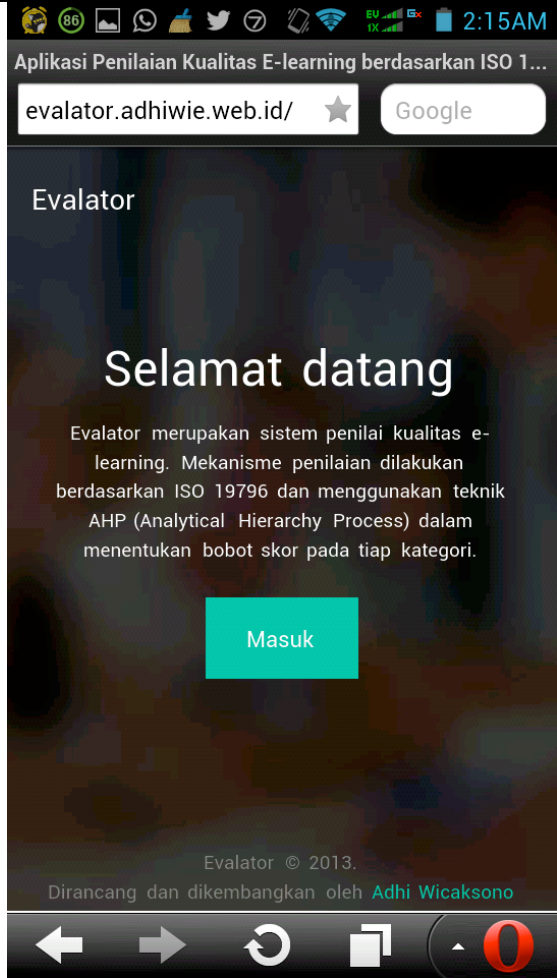
6. Pengujian aspek *portability*

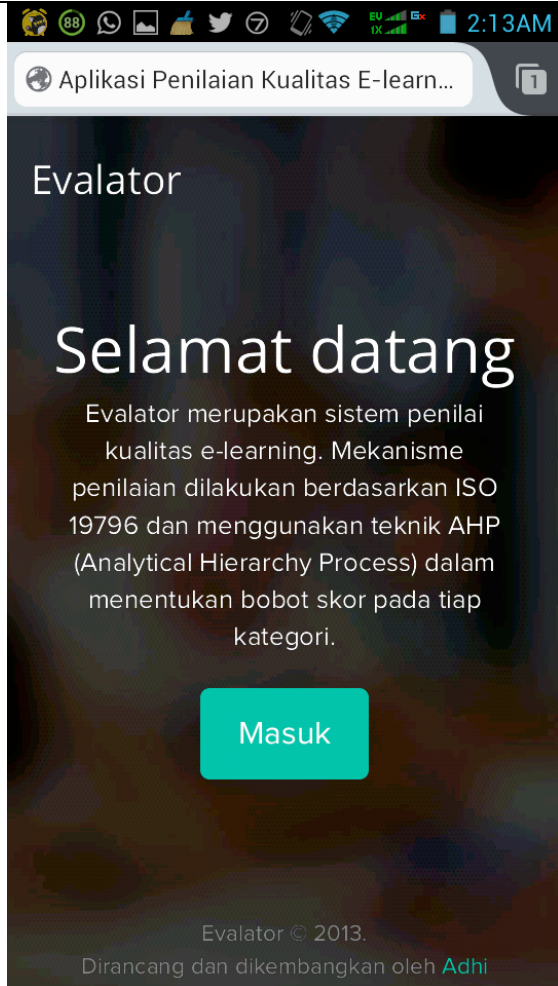
Pengujian untuk aspek *portability* dilakukan dengan mengakses aplikasi *web* dengan menggunakan *web browser* berbasis *desktop* dan *mobile*. Hasil dari pengujian aplikasi tersebut adalah sebagai berikut:

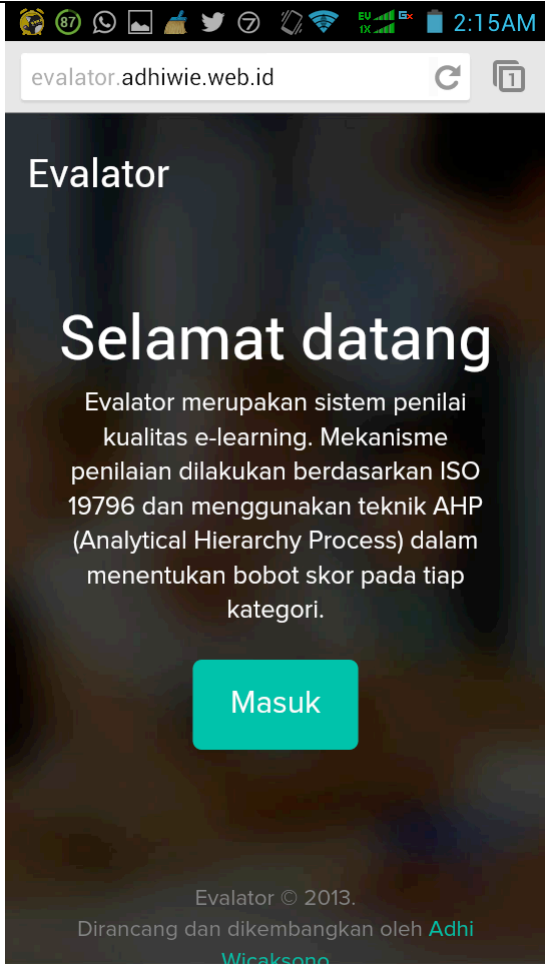
Tabel 48. Hasil pengujian *portability*

No.	Browser	Tampilan	Hasil/keterangan
Desktop			
1.	<i>Internet Explorer</i>		Tidak ada <i>error</i>
2.	<i>Safari</i>		Tidak ada <i>error</i>

No.	Browser	Tampilan	Hasil/keterangan
3.	Mozilla Firefox		Tidak ada <i>error</i>
4.	Google Chrome		Tidak ada <i>error</i>
5.	Opera		Tidak ada <i>error</i>

No.	Browser	Tampilan	Hasil/keterangan
	<i>Mobile</i>		
6	Opera <i>Mini</i>		Tidak ada <i>error</i>

No.	Browser	Tampilan	Hasil/keterangan
7.	Firefox mobile		Tidak ada <i>error</i>

No.	Browser	Tampilan	Hasil/keterangan
8.	Chrome mobile		Tidak ada <i>error</i>

No.	Browser	Tampilan	Hasil/keterangan
9.	Dolphin Browser		Tidak ada <i>error</i>

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, aplikasi *web* dapat diakses dengan baik dan tidak ditemukan *error* menggunakan berbagai macam *web browser* mulai dari *desktop*, yaitu: *Internet Explorer*, *Safari*, *Mozilla Firefox*, *Google Chrome* dan *web browser mobile*, yaitu: *Opera Mini*, *Firefox mobile*, *Chrome mobile* dan *Dolphin Browser*. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa aplikasi yang dikembangkan sudah memenuhi aspek *portabilitas*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan untuk mengembangkan aplikasi penilaian kualitas *e-learning*, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini menghasilkan aplikasi yang mampu memberikan penilaian terhadap kualitas *e-learning* melalui pembobotan dari banyak ahli dengan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang diintegrasikan dengan menggunakan metode *Geometric Mean*. Aplikasi yang dikembangkan juga mampu memberikan rekomendasi terhadap perbaikan kualitas *e-learning*.
2. Dari serangkaian proses uji kualitas perangkat lunak didapat hasil nilai persentase aspek *functionality* **98.75% (sangat tinggi)**. Pada pengujian aspek *reliability*, didapat hasil **100%** dengan pengujian menggunakan *tool* dari *LoadImpact*, sementara pengujian dengan WAPT 8.1 untuk tiga metrik, hasilnya adalah: *sessions* **95%**, *pages* **99,68%** dan *hits* **99,64%** sehingga dari aspek *reliability* menunjukkan nilai sangat tinggi. Hasil pengujian *efficiency* dengan menggunakan Yslow menunjukkan rata-rata *overall performance score* **93** dan *grade* A. Dengan demikian hasil pengujian *efficiency* dengan Yslow menunjukkan hasil **sangat baik**. Sementara pengujian *efficiency* dengan menggunakan *PageSpeed Insight* menunjukkan nilai rata-rata untuk *mobile* **83.5 (baik)** dan *desktop* **92.93 (sangat baik)**. Pengujian dari aspek

maintainability menunjukkan bahwa aplikasi telah diuji dan memenuhi metrik *maintainability*, yaitu: *instrumentation*, *consistency* dan *simplicity*. Kemudian dari sisi *portability*, aplikasi telah diuji menggunakan dengan beberapa *web browser*. Hasilnya aplikasi bisa diakses menggunakan semua *web browser* tersebut tanpa ada *error* sehingga aplikasi telah memenuhi aspek *portability*.

B. Saran

Penelitian ini tentunya masih terdapat banyak kekurangan dan hal-hal yang masih perlu dikaji dan dikembangkan kembali. Peneliti memiliki pemikiran dan saran untuk pengembangan kedepan antara lain:

1. Kategori penilaian diperbanyak dan lebih dari dua kategori sesuai dengan ISO 19797-1.
2. Jumlah ahli yang memberikan bobot penilaian diperbanyak untuk mendapatkan data yang lebih obyektif.
3. Melibatkan lebih banyak responden yang melakukan penilaian kualitas *e-learning*.
4. Mengembangkan metode agar dapat memberikan rekomendasi dari hasil penilaian secara global (tidak hanya penilaian masing-masing responden)

DAFTAR PUSTAKA

- (OECD), O. f. E. C.-o. a. D. (2005). E-learning in Tertiary Education: Where Do We Stand?
- Afari-Kumah, E., & Achampong, A. (2010). Modelling computer usage intentions of tertiary students in a developing country through the Technology Acceptance Model. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, 6(1), 1-15.
- Al-Fedaghi, S. (2011). Developing Web Applications. *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, 5(2).
- Anggoro, W. B. (2005). *Penerapan E-learning sebagai Langkah Universitas Islam Indonesia Meningkatkan Kualitas dan Efektivitas Penyelenggaraan Pendidikan Konvensional*. Lomba Karya Tulis Ilmiah. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Avensano, Canfora, Lucia, D., & Stefanucci. (2002). Udenstanding SQL through iconic interfaces. *computer Software And Applications Conference (COMPSAC)*, 703-708.
- Bloom, B. S., Madaus, G. F., & Hasting, J. T. (1981). *Ealuation to Improve Learning*. New York: McGraw-Hill.
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (1996). *Educational research: An introduction* (6 ed.). England: Longmand Publishing.
- Cahyani, A. D. (2010). *Penilaian Kualitas Sistem E-learning Dengan Menggunakan ISO 19796-1*. ITS.
- Chua, B. B., & Dyson, L. E. (2004). Applying the ISO 9126 model to the evaluation of an e-learning system Australia: University of Technology, Sydney.
- Clifton, M. (2003). What is Framework? Retrieved 28 Desember, 2013, from <http://www.codeproject.com/Articles/5381/What-Is-A-Framework>
- Cote, M.-A., Suryn, W., & Georgiadou, E. (2006). *Software Quality Model Requirementes for Software Quality Engineering*.
- Cruickshank, M. (2003). Total quality management in the higher education sector: A literature review from an international and Australian perspective. *TQM & Business Excellence*, 14(10).
- Deissenboeck, F., Quergens, E., Lochmann, K., & Wagner, S. (2009). *Software Quality Models: Purposes, Usage Scenarios and Requirements*. Munchen: Technische Universitat Munchen.
- Deming, W. E. (1982). *Out of the crisis: quality, productivity and competitive position*. Cambridge: MA: MIT Center for Advanced Engineering Study.
- EllisLab. (2013). CodeIgniter. Retrieved 28 Desember, 2013, from <http://ellislab.com/codeigniter>
- Gamma, Helm, Johnson, & Vlissides. (1995). *Design Patterns: Elements of Reusable Object- Oriented Software*. New York: Addison-Wesley Professional.
- Greenwood, M. S., & Gaunt, H. J. (1994). *Quality management for schools*. London: Cassell.

- Hofmeister, C., Nord, R. L., & Soni, D. (2000). *Applied Software Architecture*: Addison-Wesley.
- ISO. (2000). ISO 9000:2000, Quality management systems: Fundamentals and vocabulary.
- ISO. (2005). ISO/IEC 19796-1:2005. Information Technology - Learning, Education, and Training - Quality Management, Assurance and Metrics - Part 1: General Approach.
- ISO/IEC. (1991). Information Technology - Software Product Evaluation - Quality Characteristics and Guidelines for Their Use 9126.
- ISO/IEC. (2001a). ISO/IEC 9126-1: Software Engineering-Software product quality-Part 1 : Quality model. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO/IEC. (2001b). ISO/IEC DTR 9126-4: Software engineering-Software product quality-Part 4: Quality in use metrics. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO/IEC. (2003a). ISO/IEC TR 9126-2: Software Engineering-Software product quality-Part 2 : External metrics. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO/IEC. (2003b). ISO/IEC TR 9126-3: Software engineering-Software product quality-Part 3: Internal metrics. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- Jayal, A., & Shepperd, M. (2007). *An Evaluation of E-learning Standards*. Paper presented at the 5th International Conference on E-Governance, Hyderabad, India.
- McCall, J. A., Richards, P. K., & Walters, F. G. (1977). Factors in Software Quality *US Rome Air Development Center Reports*.
- Munir. (2008). *Kurikulum berbasis TIK*. Bandung: Alfabeta.
- Muzid, S., & Munir, M. (2005). Paper presented at the Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2005, Yogyakarta.
- Nguyen, M. T. (2012). *Adopting web framework in web application development*. Lahti University of Applied Sciences, Finland.
- Papazoglou, M., Traverso, P., Dustdar, S., & Leymann, F. (2009). Service-oriented computing - Research roadmap. Retrieved 24 Desember, 2013, from [ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/directorate_d/st-ds/services-research-roadmap_en.pdf](http://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/directorate_d/st-ds/services-research-roadmap_en.pdf)
- Pawlowski, J. M. (2007). The Quality Adaptation Model: Adaptation and Adoption of the Quality Standard ISO/IEC 19796-1 for Learning, Education, and Training. *Educational Technology & Society*, 10(2), 3-16.
- Plfeeger, S. L. (2001). *Software Engineering: Theory and Practice*. New Jersey: Prentice Hall.
- Pressman, R. S. (2010). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (7 ed.): McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (1987). Uncertainty and rank order in the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*(32), 27-37.

- Saaty, T. L. (1993). *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin, Proses Hirarki Analitik untuk Pengambilan Keputusan dalam Situasi yang Kompleks*. Jakarta: PT. Pustaka Binaman Pressindo.
- Saxena, V., & Shrivastava, M. (2009). UML Modeling and Performance Evaluation of Multithreaded Programs on Dual Core Processor. *International Journal of Hybrid Information Technology*, 2.
- Selim, H. (2007). Critical success factors for e-learning acceptance: Confirmatory factor models. *Computer & Education*(49), 396-413.
- Shan, T. C., & Hua, W. W. (2006). *Taxonomy of Java Web Application Frameworks*. Paper presented at the IEEE International Conference on e-Business Engineering (ICEBE'06).
- Sinaga, J. (2010). *Penerapan Analytical Hierarchy Process (AHP) Dalam Pemilihan Perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) Sebagai Tempat Kerja Mahasiswa Universitas Sumatera Utara*. (S1), USU, Sumatera Utara.
- Stracke, C. M. (2009). *Quality Development and Standards in e-Learning: Benefits and Guidelines for Implementations*. Paper presented at the Proceedings of the ASEM Lifelong Learning Conference: e-Learning and Workplace Learning, Bangkok (Thailand).
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sun, L., & Fu, Y. (2005). Interoperability for e-learning Services Management and Provision. Informatics Research Centre: The University of Reading, UK.
- Supaartagorn, C. (2011). PHP Framework For Database Management Based On MVC Pattern. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, 3(2), 251-258.
- University, O. B. (2002). History of The Web. Retrieved 23 Desember, 2013, from <http://www.w3c.it/education/2012/upra/documents/origins.pdf>
- Upton, D. (2007). *CodeIgniter for Rapid PHP Application Development*. Birmingham: Packt Publishing.
- Uyun, S., & Ma'arif, M. R. (2010). *Implementation of Model View Contraller (MVC) Architecture on Building Web-Based Information System*. Paper presented at the Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, Yogyakarta.
- Vaidya, O. S., & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, 169, 1-29.
- Wahono, R. S. (2008). Meluruskan Salah Kaprah tentang e-learning. Retrieved 18 April, 2012, from <http://romisatriawahono.net/2008/01/23/meluruskan-salah-kaprah-tentang-e-learning/>
- Williams, B. (1999). *The Internet for Teachers*: IDG Books Worldwide Inc.
- Yasin, M. M., Alavi, J., Kunt, M., & Zimmerer, T. W. (2004). TQM practices in service organizations: An exploratory study into the implementation, outcome, and effectiveness. *Managing Service Quality*, 14(5).

Zhou, P. (2009). *Design of Distance Teaching Platform Based on Quality Assurance Standard*. Paper presented at the First International Workshop on Education Technology and Computer Science.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Implementasi sistem untuk menilai kualitas Be-Smart UNY

Berikut data hasil penilaian kualitas Be-Smart UNY. Penilaian dilakukan oleh mahasiswa yang dipilih secara acak:

No. Responden	Nilai
1	64.911
2	55.387
3	53.059
4	69.57
5	62.272
6	37.823
7	47.818
8	66.25
9	48.028
10	56.324
11	56.622
12	39.641
13	39.555
14	48.006
15	70.766
17	76.02
17	51.518
18	49.641
19	55.646
20	44.464

Lampiran 2. Surat Permohonan Uji Validasi Instrumen



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281 Telp. (0274)586168

Hal : Permohonan Validasi
Lamp. : 1 Eksemplar Instrumen Penelitian

Kepada
Yth. Ibu Dessy Irmawati, M.T.
Di tempat

Dengan hormat,

Dalam rangka memperoleh data uji validasi sistem dari ahli media, dalam penelitian skripsi yang berjudul "**Analisis Pengembangan Aplikasi Penilaian Kualitas E-learning berdasarkan ISO 19796-1**", maka dengan ini saya :

Nama : Adhi Wicaksono
NIM : 09520241008
Jurusan / Prodi : Pend. Teknik Elektronika/ Pend. Teknik Informatika
Dosen Pembimbing : Handaru Jati, Ph.D.
mengajukan permohonan kepada Bapak mengadakan validasi terhadap instrumen pengujian sistem untuk ahli media pada penelitian saya yang terlampir berikut.
Demikian permohonan ini disusun, atas kesediaan dan bantuan Bapak, saya ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 3 Januari 2014

Mengetahui,
Dosen Pembimbing,

Handaru Jati, Ph. D.
NIP. 19740511 199903 1 002

Pemohon,

Adhi Wicaksono
NIM. 09520241008

**SURAT PERNYATAAN JUDGMENT
INSTRUMEN PENELITIAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dessy Irmawati, M.T.
NIP : 19791214 201012 2 002

Menerangkan bahwa instrumen pengujian untuk ahli media pada penelitian skripsi dari mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Yogyakarta.

Nama : Adhi Wicaksono
NIM : 09520241008
Prodi : Pendidikan Teknik Informatika

Judul Penelitian : **"Analisis Pengembangan Aplikasi Penilaian Kualitas E-learning berdasarkan ISO 19796-1"**.

Instrumen pengujian untuk ahli media tersebut dapat dinyatakan Valid (Tidak Valid*).

Saran-saran:

Sudah bagus, hanya ada beberapa hal perlu direvisi agar lebih komunikatif terhadap user.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 9. Januari 2014

Validator



Dessy Irmawati, M.T.

NIP. 19791214 201012 2 002

*) Coret yang tidak perlu



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281 Telp. (0274)586168

Hal : Permohonan Validasi
Lamp. : 1 Eksemplar Instrumen Penelitian

Kepada
Yth. Dr. Ratna Wardani
Di tempat

Dengan hormat,

Dalam rangka memperoleh data uji validasi sistem dari ahli media, dalam penelitian skripsi yang berjudul "**Analisis Pengembangan Aplikasi Penilaian Kualitas E-learning berdasarkan ISO 19796-1**", maka dengan ini saya :

Nama : Adhi Wicaksono

NIM : 09520241008

Jurusan / Prodi : Pend. Teknik Elektronika/ Pend. Teknik Informatika

Dosen Pembimbing : Handaru Jati, Ph.D.

mengajukan permohonan kepada Bapak/mengadakan validasi terhadap instrumen pengujian sistem untuk ahli media pada penelitian saya yang terlampir berikut.

Demikian permohonan ini disusun, atas kesediaan dan bantuan Bapak, saya ucapkan terimakasih.

Yogyakarta, 3 Januari 2014

Mengetahui,
Dosen Pembimbing,

Handaru Jati, Ph. D.
NIP. 19740511 199903 1 002

Pemohon,

Adhi Wicaksono
NIM. 09520241008

**SURAT PERNYATAAN JUDGMENT
INSTRUMEN PENELITIAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dr. Ratna Wardani
NIP : 197012182005012001

Menerangkan bahwa instrumen pengujian untuk ahli media pada penelitian skripsi dari mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Yogyakarta.

Nama : Adhi Wicaksono
NIM : 09520241008
Prodi : Pendidikan Teknik Informatika

Judul Penelitian : **"Analisis Pengembangan Aplikasi Penilaian Kualitas E-learning berdasarkan ISO 19796-1"**.

Instrumen pengujian untuk ahli media tersebut dapat dinyatakan Valid/~~Tidak Valid~~ *).

Saran-saran:

o) Perlu diperjelas definisi uji fungsionalitas yg dimaksud
krn perlu ada target fungsionalitas sistem yg perlu
diketahui oleh penguji/validator

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, Januari 2014

Validator



Dr. Ratna Wardani

NIP. 19701218 200501 2 001

*) Coret yang tidak perlu



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281 Telp. (0274)586168

Hal : Permohonan Validasi
Lamp. : 1 Eksemplar Instrumen Penelitian

Kepada
Yth. Bapak Muhammad Munir, M.Pd.
Di tempat

Dengan hormat,

Dalam rangka memperoleh data uji validasi sistem dari ahli media, dalam penelitian skripsi yang berjudul "**Analisis Pengembangan Aplikasi Penilaian Kualitas E-learning berdasarkan ISO 19796-1**", maka dengan ini saya :

Nama : Adhi Wicaksono

NIM : 09520241008

Jurusan / Prodi : Pend. Teknik Elektronika/ Pend. Teknik Informatika

Dosen Pembimbing : Handaru Jati, Ph.D.

mengajukan permohonan kepada Bapak mengadakan validasi terhadap instrumen pengujian sistem untuk ahli media pada penelitian saya yang terlampir berikut.

Demikian permohonan ini disusun, atas kesediaan dan bantuan Bapak, saya ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 3 Januari 2014

Mengetahui,
Dosen Pembimbing,

Handaru Jati, Ph. D.
NIP. 19740511 199903 1 002

Pemohon,

Adhi Wicaksono
NIM. 09520241008

**SURAT PERNYATAAN JUDGMENT
INSTRUMEN PENELITIAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Munir, M.Pd.

NIP : 19530512 198901 1 001

Menerangkan bahwa instrumen pengujian untuk ahli media pada penelitian skripsi dari mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Yogyakarta.

Nama : Adhi Wicaksono

NIM : 09520241008

Prodi : Pendidikan Teknik Informatika

Judul Penelitian : "Analisis Pengembangan Aplikasi Penilaian Kualitas *E-learning* berdasarkan ISO 19796-1".

Instrumen pengujian untuk ahli media tersebut dapat dinyatakan Valid/Tidak Valid*).

Saran-saran:

.....
Sudah sesuai, dapat digunakan -
.....
.....

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 13 Januari 2014

Validator

Muhammad Munir, M.Pd.

NIP. 19530512 198901 1 001

*) Coret yang tidak perlu



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281 Telp. (0274)586168

Hal : Permohonan Validasi

Lamp. : 1 Eksemplar Instrumen Penelitian

Kepada

Yth. Herman Dwi Surjono, Ph.D.

Di tempat

Dengan hormat,

Dalam rangka memperoleh data uji validasi sistem dari ahli media, dalam penelitian skripsi yang berjudul "**Analisis Pengembangan Aplikasi Penilaian Kualitas E-learning berdasarkan ISO 19796-1**", maka dengan ini saya :

Nama : Adhi Wicaksono

NIM : 09520241008

Jurusan / Prodi : Pend. Teknik Elektronika/ Pend. Teknik Informatika

Dosen Pembimbing : Handaru Jati, Ph.D.

mengajukan permohonan kepada Bapak/mengadakan validasi terhadap instrumen pengujian sistem untuk ahli media pada penelitian saya yang terlampir berikut.

Demikian permohonan ini disusun, atas kesediaan dan bantuan Bapak, saya ucapkan terimakasih.

Yogyakarta, 3 Januari 2014

Mengetahui,
Dosen Pembimbing,

Handaru Jati, Ph. D.
NIP. 19740511 199903 1 002

Pemohon,

Adhi Wicaksono
NIM. 09520241008

**SURAT PERNYATAAN JUDGMENT
INSTRUMEN PENELITIAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Herman Dwi Surjono, Ph.D.
NIP : 196402051987031001

Menerangkan bahwa instrumen pengujian untuk ahli media pada penelitian skripsi dari mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Yogyakarta.

Nama : Adhi Wicaksono
NIM : 09520241008
Prodi : Pendidikan Teknik Informatika

Judul Penelitian : **“Analisis Pengembangan Aplikasi Penilaian Kualitas E-learning berdasarkan ISO 19796-1”.**

Instrumen pengujian untuk ahli media tersebut dapat dinyatakan Valid/~~Tidak Valid~~^{*)}.

Saran-saran:

lihat catatan di instrumen
.....
.....
.....

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, Januari 2014

Validator


Herman Dwi Surjono, Ph.D.

NIP. 19640205 198703 1 001

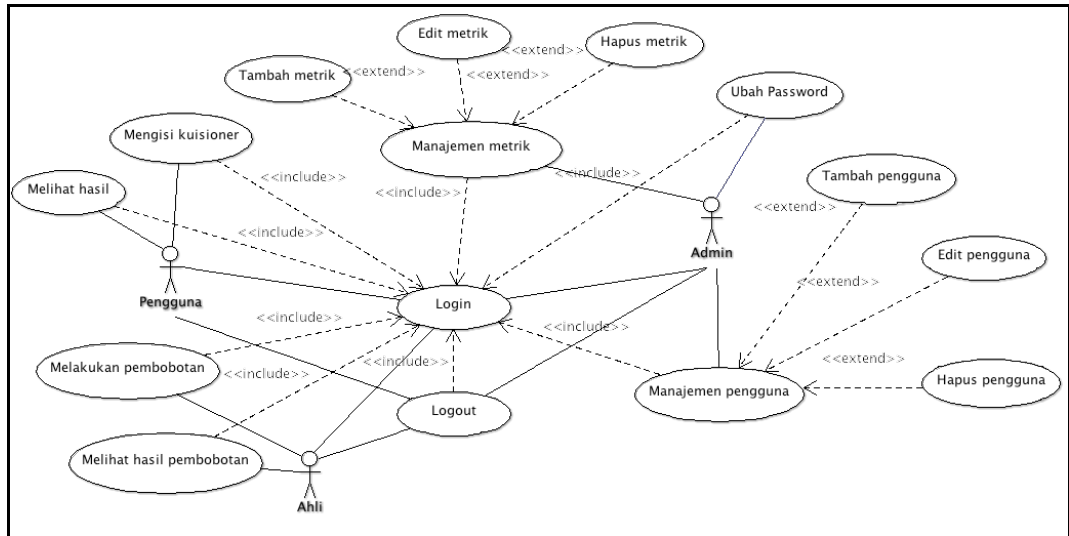
*) Coret yang tidak perlu

Lampiran 3.

Definisi *Use Case Diagram*

A. Use Case Diagram

Use case diagram untuk pengembangan aplikasi penilaian kualitas *e-learning* berdasarkan ISO 19796-1 dapat digambarkan sebagai berikut:



Menurut *use case diagram* tersebut, ada beberapa komponen yang dijabarkan, yaitu definisi aktor dan definisi *use case*. Berikut penjabaran dari komponen tersebut tersebut:

1. Definisi Aktor

Tabel 49. Definisi Aktor

Aktor	Deskripsi
<i>Admin</i>	<i>Admin</i> merupakan pengguna yang memiliki hak akses paling tinggi. <i>Admin</i> berhak melakukan manajemen data pengguna dan metrik.
Ahli	Ahli merupakan pengguna yang berhak memberikan bobot penilaian terhadap masing-masing kategori kualitas <i>e-learning</i> . Pembobotan dilakukan dengan

	menggunakan metode <i>Analytic Hierarchy Process</i> dan hasil pembobotan diagregasi dengan menggunakan metode <i>Geometric Mean Method</i> .
Pengguna	Pengguna atau responden merupakan aktor yang berhak melakukan penilaian dengan menjawab kuisisioner terkait dengan fitur yang terdapat di <i>e-learning</i> .

2. Detail Use Case

No.	Use Case	Deskripsi
1.	Login	Proses autentikasi untuk masuk ke dalam sistem.
2.	Logout	Proses keluar dari sistem.
3.	Ubah Password	<i>Use case</i> yang memungkinkan admin untuk mengubah password.
4.	Manajemen Pengguna	<i>Use case</i> yang memungkinkan admin untuk melakukan manajemen data pengguna, meliputi tambah data pengguna, ubah data pengguna dan hapus data pengguna.
5.	Tambah Pengguna	<i>Use case</i> yang memungkinkan admin untuk melakukan proses tambah data pengguna. <i>Use case</i> tambah pengguna ada di dalam menu manajemen pengguna .
6.	Edit Pengguna	<i>Use case</i> yang memungkinkan admin untuk

No.	Use Case	Deskripsi
		melakukan perubahan data pengguna. <i>Use case</i> edit pengguna ada di dalam menu manajemen pengguna.
7.	Hapus Pengguna	<i>Use case</i> yang memungkinkan admin untuk menghapus data pengguna. <i>Use case</i> ini ada di dalam menu manajemen pengguna.
8.	Manajemen Metrik	<i>Use case</i> yang memungkinkan admin untuk melakukan manajemen data metrik, termasuk proses tambah metrik, edit metrik dan hapus metrik.
9.	Tambah Metrik	<i>Use case</i> yang memungkinkan admin untuk melakukan penambahan data metrik baru. <i>Use case</i> ini ada di dalam menu manajemen metrik.
10.	Edit Metrik	<i>Use case</i> yang memungkinkan admin untuk melakukan perubahan data metrik. <i>Use case</i> ini ada di dalam menu manajemen metrik.
11.	Hapus Metrik	<i>Use case</i> yang memungkinkan admin untuk menghapus data metrik yang sudah ada. <i>Use case</i> ini ada di dalam menu manajemen metrik.

No.	Use Case	Deskripsi
12.	Melakukan Pembobotan	<i>Use case</i> ini dilakukan oleh aktor ahli. Dalam <i>use case</i> ini, ahli bertugas untuk memberikan bobot penilaian terhadap beberapa kategori kualitas e-learning.
13.	Melihat Hasil Pembobotan	<i>Use case</i> ini dilakukan oleh aktor ahli, di mana ahli dapat melihat hasil pembobotan yang sudah diberikan sebelumnya.
14.	Mengisi kuisioner	<i>Use case</i> ini dilakukan oleh aktor pengguna. Pengguna/responden akan diminta mengisi kuisioner dengan jawaban Ya/Tidak. Butir pertanyaan dalam instrumen tersebut mewakili masing-masing kategori kualitas <i>e-learning</i> .
15.	Melihat hasil	<i>Use case</i> ini dilakukan oleh aktor pengguna. Pengguna/responden dapat melihat skor kualitas <i>e-learning</i> dari proses penilaian yang dilakukan sebelumnya. Skor akan ditampilkan dengan skala 0-100. Jika skor kualitas di bawah 100 maka akan muncul beberapa rekomendasi perbaikan kualitas <i>e-learning</i> .

3. Definisi Use Case

Definisi untuk masing-masing *use case* tersebut adalah sebagai berikut:

a. Definisi Use Case Login

Use Case Name	Login
Actors	Admin, Ahli, Responden
Description	<i>Use case</i> ini menangani fungsi login pengguna ke sistem.
Precondition	Pengguna sudah memiliki akun di dalam sistem
Basic Path	<ol style="list-style-type: none">1. Pengguna membuka halaman login.2. Pengguna mengisi username dan password dengan benar.3. Pengguna mengklik tombol LogIn
Alternative Path	-
Postcondition	Sistem akan melakukan autentikasi, jika username dan password yang dimasukkan cocok maka pengguna akan masuk ke dalam sistem, jika gagal maka pengguna akan diarahkan kembali ke halaman login dan diminta mengulangi proses login.
Exception Path	-
Extend	-
Include	-

b. Definisi *Use Case* Logout

<i>Use Case Name</i>	Logout
<i>Actors</i>	Admin, Ahli, Responden
<i>Description</i>	<i>Use case</i> ini menangani fungsi logout agar pengguna dapat keluar dari sistem
<i>Precondition</i>	Pengguna sudah login ke dalam sistem
<i>Basic Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna mengklik menu Logout yang terletak di navigation bar. 2. Sistem menghapus session pengguna dan mengarahkan pengguna ke halaman <i>home</i>
<i>Alternative Path</i>	-
<i>Postcondition</i>	Pengguna keluar dari sistem
<i>Exception Path</i>	-
<i>Extend</i>	-
<i>Include</i>	<i>Use Case</i> Login

c. Definisi *Use Case* Ubah Password

<i>Use Case Name</i>	Ubah Password
<i>Actors</i>	Admin
<i>Description</i>	<i>Use case</i> ini menangani fungsi ubah password admin. Hanya admin yang memiliki <i>privilege</i> ini.
<i>Precondition</i>	Admin dalam keadaan login di dalam sistem
<i>Basic Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Admin mengklik menu Ubah Password di navigation bar. 2. Admin mengisi form kemudian mengklik tombol Submit. 3. Sistem akan melakukan validasi, jika sukses password berhasil diubah, jika gagal admin akan kembali ke halaman ubah password dan muncul pesan kesalahan
<i>Alternative Path</i>	-
<i>Postcondition</i>	Password admin diperbarui.
<i>Exception Path</i>	-
<i>Extend</i>	-
<i>Include</i>	<i>Use Case</i> Login

d. Definisi *Use Case* Manajemen Pengguna

<i>Use Case Name</i>	Manajemen Pengguna
<i>Actors</i>	Admin
<i>Description</i>	<i>Use case</i> ini menangani fungsi manajemen data pengguna. Hanya admin yang memiliki <i>privilege</i> ini.
<i>Precondition</i>	Admin dalam keadaan login di dalam sistem
<i>Basic Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Admin mengklik menu Manajemen Pengguna di navigation bar. 2. Sistem menampilkan semua data pengguna dalam bentuk tabel.
<i>Alternative Path</i>	-
<i>Postcondition</i>	Data pengguna ditampilkan
<i>Exception Path</i>	-
<i>Extend</i>	-
<i>Include</i>	<i>Use Case</i> Login

e. Definisi *Use Case* Tambah Pengguna

<i>Use Case Name</i>	Tambah Pengguna
<i>Actors</i>	Admin
<i>Description</i>	<i>Use case</i> ini menangani fungsi untuk menambah data pengguna. Hanya admin yang memiliki <i>privilege</i> ini.
<i>Precondition</i>	Admin dalam keadaan login di dalam sistem
<i>Basic Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Admin mengklik menu Manajemen Pengguna di navigation bar. 2. Admin mengklik tombol Tambah User. 3. Admin mengisi form kemudian mengklik tombol Submit.
<i>Alternative Path</i>	-
<i>Postcondition</i>	Jika data yang dimasukkan benar maka data pengguna akan ditambahkan ke dalam sistem
<i>Exception Path</i>	-
<i>Extend</i>	<i>Use Case</i> Manajemen Pengguna
<i>Include</i>	<i>Use Case</i> Login

f. Definisi *Use Case* Edit Pengguna

<i>Use Case Name</i>	Edit Pengguna
<i>Actors</i>	Admin
<i>Description</i>	<i>Use case</i> ini menangani fungsi untuk mengubah data pengguna. Hanya admin yang memiliki <i>privilege</i> ini.
<i>Precondition</i>	Admin dalam keadaan login di dalam sistem
<i>Basic Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Admin mengklik menu Manajemen Pengguna di navigation bar. 2. Admin mengklik tombol ubah. 3. Admin mengisi form di halaman edit data pengguna kemudian mengklik tombol Submit.
<i>Alternative Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Admin mengklik menu Manajemen Pengguna di navigation bar. 2. Admin mengklik tombol ubah. 3. Di halaman edit data pengguna, admin mengklik tombol Kembali.
<i>Postcondition</i>	Jika data yang dimasukkan benar maka data pengguna akan diperbarui
<i>Exception Path</i>	-
<i>Extend</i>	<i>Use Case</i> Manajemen Pengguna
<i>Include</i>	<i>Use Case</i> Login

g. Definisi *Use Case* Hapus Pengguna

<i>Use Case Name</i>	Hapus Pengguna
<i>Actors</i>	Admin
<i>Description</i>	<i>Use case</i> ini menangani fungsi untuk menghapus data pengguna. Hanya admin yang memiliki <i>privilege</i> ini.
<i>Precondition</i>	Admin dalam keadaan login di dalam sistem
<i>Basic Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Admin mengklik menu Manajemen Pengguna di navigation bar. 2. Admin mengklik tombol hapus. 3. Muncul konfirmasi, admin mengklik Yes/Ok.
<i>Alternative Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Admin mengklik menu Manajemen Pengguna di navigation bar. 2. Admin mengklik tombol ubah. 3. Muncul konfirmasi, admin mengklik No/Cancel.
<i>Postcondition</i>	Jika admin menjawab konfirmasi dengan Yes/Ok maka data pengguna akan dihapus, sedangkan jika memilih No/Cancel maka data pengguna tidak terhapus dan admin akan diarahkan kembali ke halaman manajemen pengguna.
<i>Exception Path</i>	-
<i>Extend</i>	<i>Use Case</i> Manajemen Pengguna
<i>Include</i>	<i>Use Case</i> Login

h. Definisi *Use Case* Manajemen Metrik

<i>Use Case Name</i>	Manajemen Metrik
<i>Actors</i>	Admin
<i>Description</i>	<i>Use case</i> ini menangani fungsi manajemen data metrik. Hanya admin yang memiliki <i>privilege</i> ini.
<i>Precondition</i>	Admin dalam keadaan login di dalam sistem
<i>Basic Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Admin mengklik menu Manajemen Metrik di navigation bar. 2. Sistem menampilkan semua data metrik dalam bentuk tabel.
<i>Alternative Path</i>	-
<i>Postcondition</i>	Data metrik ditampilkan
<i>Exception Path</i>	-
<i>Extend</i>	-
<i>Include</i>	<i>Use Case</i> Login

i. Definisi *Use Case* Tambah Metrik

<i>Use Case Name</i>	Tambah Metrik
<i>Actors</i>	Admin
<i>Description</i>	<i>Use case</i> ini menangani fungsi untuk menambah data metrik. Hanya admin yang memiliki <i>privilege</i> ini.
<i>Precondition</i>	Admin dalam keadaan login di dalam sistem
<i>Basic Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Admin mengklik menu Manajemen Metrik di navigation bar. 2. Admin mengklik tombol Tambah Metrik. 3. Admin mengisi form kemudian mengklik tombol Submit.
<i>Alternative Path</i>	-
<i>Postcondition</i>	Jika data yang dimasukkan benar maka data metrik akan ditambahkan ke dalam sistem
<i>Exception Path</i>	-
<i>Extend</i>	<i>Use Case</i> Manajemen Metrik
<i>Include</i>	<i>Use Case</i> Login

j. Definisi *Use Case* Edit Metrik

<i>Use Case Name</i>	Edit Metrik
<i>Actors</i>	Admin
<i>Description</i>	<i>Use case</i> ini menangani fungsi untuk mengubah data metrik. Hanya admin yang memiliki <i>privilege</i> ini.
<i>Precondition</i>	Admin dalam keadaan login di dalam sistem
<i>Basic Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Admin mengklik menu Manajemen Metrik di navigation bar. 2. Admin mengklik tombol ubah. 3. Admin mengisi form di halaman edit data metrik kemudian mengklik tombol Submit.
<i>Alternative Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Admin mengklik menu Manajemen Metrik di navigation bar. 2. Admin mengklik tombol ubah. 3. Di halaman edit data metrik, admin mengklik tombol Kembali.
<i>Postcondition</i>	Jika data yang dimasukkan benar maka data metrik akan diperbarui
<i>Exception Path</i>	-
<i>Extend</i>	<i>Use Case</i> Manajemen Metrik
<i>Include</i>	<i>Use Case</i> Login

k. Definisi *Use Case* Hapus Metrik

<i>Use Case Name</i>	Hapus Metrik
<i>Actors</i>	Admin
<i>Description</i>	<i>Use case</i> ini menangani fungsi untuk menghapus data metrik. Hanya admin yang memiliki <i>privilege</i> ini.
<i>Precondition</i>	Admin dalam keadaan login di dalam sistem
<i>Basic Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Admin mengklik menu Manajemen Metrik di navigation bar. 2. Admin mengklik tombol hapus. 3. Muncul konfirmasi, admin mengklik Yes/Ok.
<i>Alternative Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Admin mengklik menu Manajemen Metrik di navigation bar. 2. Admin mengklik tombol ubah. 3. Muncul konfirmasi, admin mengklik No/Cancel.
<i>Postcondition</i>	Jika admin menjawab konfirmasi dengan Yes/Ok maka data metrik akan dihapus, sedangkan jika memilih No/Cancel maka data metrik tidak terhapus dan admin akan diarahkan kembali ke halaman manajemen metrik.
<i>Exception Path</i>	-
<i>Extend</i>	<i>Use Case</i> Manajemen Metrik
<i>Include</i>	<i>Use Case</i> Login

1. Definisi *Use Case* Melakukan Pembobotan

<i>Use Case Name</i>	Melakukan Pembobotan
<i>Actors</i>	Ahli
<i>Description</i>	<i>Use case</i> ini menangani fungsi untuk memberikan bobot penilaian kategori. Hanya ahli yang memiliki <i>privilege</i> ini.
<i>Precondition</i>	Ahli dalam keadaan login di dalam sistem. Ahli belum pernah memberikan pembobotan di dalam sistem
<i>Basic Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ahli mengisi semua form pembobotan 2. Admin mengklik tombol Submit. 3. Muncul konfirmasi, admin mengklik Yes/Ok.
<i>Alternative Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ahli mengisi semua form pembobotan 2. Admin mengklik tombol Submit. 3. Muncul konfirmasi, admin mengklik No/Cancel.
<i>Postcondition</i>	Jika pembobotan valid, maka sistem akan memproses dan menampilkan hasil pembobotan
<i>Exception Path</i>	-
<i>Extend</i>	
<i>Include</i>	<i>Use Case</i> Login

m. Definisi *Use Case* Melihat Hasil Pembobotan

<i>Use Case Name</i>	Melihat Hasil Pembobotan
<i>Actors</i>	Ahli
<i>Description</i>	<i>Use case</i> ini menangani fungsi untuk melihat hasil bobot penilaian kategori. Hanya ahli yang memiliki <i>privilege</i> ini.
<i>Precondition</i>	Ahli dalam keadaan login di dalam sistem. Ahli sudah pernah memberikan pembobotan di dalam sistem
<i>Basic Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ahli mengklik tombol hasil pemobbotan 2. Sistem menampilkan hasil pembobotan
<i>Alternative Path</i>	-
<i>Postcondition</i>	Hasil pembobotan beserta agregasi ditampilkan oleh sistem
<i>Exception Path</i>	-
<i>Extend</i>	-
<i>Include</i>	<i>Use Case</i> Login

n. Definisi *Use case* Mengisi Kuisisioner

<i>Use Case Name</i>	Mengisi Kuisisioner
<i>Actors</i>	Responden
<i>Description</i>	<i>Use case</i> ini menangani fungsi untuk mengisi kuisisioner saat melakukan penilaian. Hanya responden yang memiliki <i>privilege</i> ini.
<i>Precondition</i>	Responden dalam keadaan login di dalam sistem. Responden belum pernah melakukan penilaian
<i>Basic Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Responden menjawab semua pertanyaan dengan memilih jawaban Ya atau Tidak. 2. Responden mengklik tombol Submit. 3. Saat muncul konfirmasi, responden mengklik tombol Yes/Ok.
<i>Alternative Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Responden menjawab semua pertanyaan dengan memilih jawaban Ya atau Tidak. 2. Responden mengklik tombol Submit. 3. Saat muncul konfirmasi, responden mengklik tombol No/Cancel.
<i>Postcondition</i>	Sistem memproses penilaian dan menampilkan hasilnya
<i>Exception Path</i>	-
<i>Extend</i>	-
<i>Include</i>	<i>Use Case</i> Login

o. Definisi *Use Case* Melihat Hasil Penilaian

<i>Use Case Name</i>	Melihat Hasil Penilaian
<i>Actors</i>	Responden
<i>Description</i>	<i>Use case</i> ini menangani fungsi untuk melihat skor dari hasil penilaian. Hanya responden yang memiliki <i>privilege</i> ini.
<i>Precondition</i>	Responden dalam keadaan login di dalam sistem. Responden sudah pernah melakukan penilaian.
<i>Basic Path</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Responden yang sudah pernah melakukan penilaian login ke sistem 2. Skor dan rekomendasi akan ditampilkan
<i>Alternative Path</i>	-
<i>Postcondition</i>	Sistem menampilkan skor dari hasil penilaian beserta rekomendasi untuk perbaikan kualitas
<i>Exception Path</i>	-
<i>Extend</i>	-
<i>Include</i>	<i>Use Case</i> Login

Lampiran 4.

Hasil uji fungsionalitas

UJI FUNGSIONALITAS
APLIKASI PENILAIAN KUALITAS E-LEARNING

Nama : Clara

Bidang Keahlian :

Berilah tanda centang (✓) pada kolom hasil sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu.

No.	Aspek	Prosedur yang dilakukan	Hasil yang diharapkan	Hasil	
				Sukses	Gagal
1.	Navigasi	Mencoba seluruh tombol menu dan navigasi yang ada dalam sistem	Semua menu dan navigasi berjalan dan tidak ada <i>broken link</i>	✓	
2.	Melakukan <i>login</i> ke dalam sistem	Mengisi <i>username</i> dan <i>password</i> yang benar kemudian mengklik tombol Log In	Berhasil <i>login</i> ke dalam sistem	✓	
3	Melakukan <i>logout</i> dari sistem	Mengklik menu Logout	Pengguna diarahkan ke halaman <i>homepage</i> , <i>session</i> pengguna dihapus	✓	
Administrator					
4.	Mengubah <i>password administrator</i>	Mengisi <i>password</i> lama, <i>password</i> baru dan konfirmasi <i>password</i> baru dengan benar kemudian mengklik tombol Submit	<i>Password</i> untuk <i>administrator</i> diperbarui	✓	
5.	Melihat data pengguna	Mengklik menu Manajemen User	Sistem menampilkan semua data <i>user</i> yang terdaftar	✓	
6.	Menambah data pengguna baru	Mengklik menu Tambah User dari halaman <i>user</i> , mengisi data <i>user</i> dengan benar, kemudian mengklik tombol Submit	Data <i>user</i> baru ditambahkan ke dalam sistem, pengguna diarahkan ke halaman lihat data <i>user</i>	✓	
7.	Melakukan perubahan pada data pengguna	Mengklik tombol Ubah dari halaman <i>user</i> , mengisi data <i>user</i> dengan benar kemudian mengklik tombol Submit	Data <i>user</i> diperbarui, pengguna diarahkan ke halaman <i>user</i>	✓	
8.	Menghapus data pengguna yang sudah ada	Mengklik tombol Hapus dari halaman <i>user</i> , pilih konfirmasi Ya/Ok	Data <i>user</i> dihapus dari sistem, pengguna diarahkan ke halaman <i>user</i>	✓	

9.	Melihat data metrik yang ada	Mengklik menu Manajemen Metrik	Sistem menampilkan semua data metrik yang ada	✓	
10.	Menambah data metrik baru	Mengklik menu Tambah Metrik dari halaman metrik, mengisi data metrik dengan benar, kemudian mengklik tombol Submit	Data metrik baru ditambahkan ke dalam sistem, pengguna diarahkan ke halaman lihat data metrik	✓	
11.	Melakukan perubahan pada data metrik	Mengklik tombol Ubah dari halaman metrik, mengisi data metrik dengan benar kemudian mengklik tombol Submit	Data metrik diperbarui, pengguna diarahkan ke halaman metrik	✓	
12.	Menghapus data metrik yang sudah ada	Mengklik tombol Hapus dari halaman metrik, pilih konfirmasi Ya/Ok	Data metrik dihapus dari sistem, pengguna diarahkan ke halaman metrik	✓	
13.	Memberikan bobot penilaian kemudian mengklik tombol <i>submit</i>	<i>Login</i> sebagai ahli, memberikan bobot dengan valid kemudian mengklik tombol Submit	Pembobotan berhasil dilakukan, sistem menyimpan hasil pembobotan dan menampilkan hasil pembobotan	✓	
14.	Melihat hasil bobot penilaian	<i>Login</i> sebagai ahli, mengklik tombol hasil pembobotan	Sistem menampilkan hasil pembobotan	✓	
15.	Menjawab pertanyaan kemudian mengklik tombol <i>submit</i>	<i>Login</i> sebagai responden, menjawab semua pertanyaan, kemudian mengklik tombol Submit	Sistem memproses jawaban responden kemudian menampilkan skor kualitas disertai dengan rekomendasi (jika ada)	✓	
16.	Melihat hasil penilaian dan rekomendasi	Sudah menjawab pertanyaan sebelumnya, <i>login</i> sebagai responden	Sistem menampilkan skor kualitas dan rekomendasi (jika ada)	✓	

SURAT KETERANGAN UJI FUNGSIONALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Clara

Bidang Keahlian :

Setelah memeriksa fungsionalitas dari aplikasi dalam penelitian skripsi yang berjudul

“Analisis Pengembangan Aplikasi Penilaian Kualitas *E-learning* berdasarkan ISO 19796-1”, oleh peneliti :

Nama : Adhi Wicaksono

NIM : 09520241008

Jurusan / Prodi : Pend. Teknik Elektronika/ Pend. Teknik Informatika

Maka dengan ini menyatakan bahwa aplikasi tersebut *) :

a. Layak digunakan untuk penelitian dengan revisi sesuai saran sebagai berikut:

.....
.....
.....
.....
.....

☒ b. Layak digunakan untuk penelitian tanpa revisi

c. Tidak layak digunakan untuk penelitian

Demikian surat keterangan ini dibuat dan untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 20 Januari 2014

Validator



Clara

*) Lingkari pada huruf yang sesuai dengan pendapat Bapak/ Ibu

aku : dembaht
user : dembaht

UJI FUNGSIONALITAS
APLIKASI PENILAIAN KUALITAS E-LEARNING

Nama : Komarudin

Bidang Keahlian : Web Developer

Berilah tanda centang (v) pada kolom hasil sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu.

No.	Aspek	Prosedur yang dilakukan	Hasil yang diharapkan	Hasil	
				Sukses	Gagal
1.	Navigasi	Mencoba seluruh tombol menu dan navigasi yang ada dalam sistem	Semua menu dan navigasi berjalan dan tidak ada <i>broken link</i>	✓	
2.	Melakukan <i>login</i> ke dalam sistem	Mengisi <i>username</i> dan <i>password</i> yang benar kemudian mengklik tombol Log In	Berhasil <i>login</i> ke dalam sistem	✓	
3	Melakukan <i>logout</i> dari sistem	Mengklik menu Logout	Pengguna diarahkan ke halaman <i>homepage</i> , <i>session</i> pengguna dihapus	✓	
Administrator					
4.	Mengubah <i>password administrator</i>	Mengisi <i>password</i> lama, <i>password</i> baru dan konfirmasi <i>password</i> baru dengan benar kemudian mengklik tombol Submit	<i>Password</i> untuk <i>administrator</i> diperbarui	✓	
5.	Melihat data pengguna	Mengklik menu Manajemen User	Sistem menampilkan semua data <i>user</i> yang terdaftar	✓	
6.	Menambah data pengguna baru	Mengklik menu Tambah User dari halaman <i>user</i> , mengisi data <i>user</i> dengan benar, kemudian mengklik tombol Submit	Data <i>user</i> baru ditambahkan ke dalam sistem, pengguna diarahkan ke halaman lihat data <i>user</i>	✓	
7.	Melakukan perubahan pada data pengguna	Mengklik tombol Ubah dari halaman <i>user</i> , mengisi data <i>user</i> dengan benar kemudian mengklik tombol Submit	Data <i>user</i> diperbarui, pengguna diarahkan ke halaman <i>user</i>	✓	
8.	Menghapus data pengguna yang sudah ada	Mengklik tombol Hapus dari halaman <i>user</i> , pilih konfirmasi Ya/Ok	Data <i>user</i> dihapus dari sistem, pengguna diarahkan ke halaman <i>user</i>	✓	

9.	Melihat data metrik yang ada	Mengklik menu Manajemen Metrik	Sistem menampilkan semua data metrik yang ada	✓	
10.	Menambah data metrik baru	Mengklik menu Tambah Metrik dari halaman metrik, mengisi data metrik dengan benar, kemudian mengklik tombol Submit	Data metrik baru ditambahkan ke dalam sistem, pengguna diarahkan ke halaman lihat data metrik	✓	
11.	Melakukan perubahan pada data metrik	Mengklik tombol Ubah dari halaman metrik, mengisi data metrik dengan benar kemudian mengklik tombol Submit	Data metrik diperbarui, pengguna diarahkan ke halaman metrik	✓	
12.	Menghapus data metrik yang sudah ada	Mengklik tombol Hapus dari halaman metrik, pilih konfirmasi Ya/Ok	Data metrik dihapus dari sistem, pengguna diarahkan ke halaman metrik	✓	
Ahli					
13.	Memberikan bobot penilaian kemudian mengklik tombol <i>submit</i>	<i>Login</i> sebagai ahli, memberikan bobot dengan valid kemudian mengklik tombol Submit	Pembobotan berhasil dilakukan, sistem menyimpan hasil pembobotan dan menampilkan hasil pembobotan	✓	
14.	Melihat hasil bobot penilaian	<i>Login</i> sebagai ahli, mengklik tombol hasil pembobotan	Sistem menampilkan hasil pembobotan	✓	
Responden					
15.	Menjawab pertanyaan kemudian mengklik tombol <i>submit</i>	<i>Login</i> sebagai responden, menjawab semua pertanyaan, kemudian mengklik tombol Submit	Sistem memproses jawaban responden kemudian menampilkan skor kualitas disertai dengan rekomendasi (jika ada)	✓	
16.	Melihat hasil penilaian dan rekomendasi	Sudah menjawab pertanyaan sebelumnya, <i>login</i> sebagai responden	Sistem menampilkan skor kualitas dan rekomendasi (jika ada)	✓	

SURAT KETERANGAN UJI FUNGSIONALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Komarudin

Bidang Keahlian : Web Developer

Setelah memeriksa fungsionalitas dari aplikasi dalam penelitian skripsi yang berjudul

"Analisis Pengembangan Aplikasi Penilaian Kualitas *E-learning* berdasarkan ISO

19796-1", oleh peneliti :

Nama : Adhi Wicaksono

NIM : 09520241008

Jurusan / Prodi : Pend. Teknik Elektronika/ Pend. Teknik Informatika

Maka dengan ini menyatakan bahwa aplikasi tersebut *) :

a. Layak digunakan untuk penelitian dengan revisi sesuai saran sebagai berikut:

.....
.....
.....
.....
.....

☒ b. Layak digunakan untuk penelitian tanpa revisi

c. Tidak layak digunakan untuk penelitian

Demikian surat keterangan ini dibuat dan untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 20 Januari 2014

Validator


Komarudin

*) Lingkari pada huruf yang sesuai dengan pendapat Bapak/ Ibu

ahli : demokrit
user : demousers

UJI FUNGSIONALITAS
APLIKASI PENILAIAN KUALITAS E-LEARNING

Nama : Nanang Rafsanjani,
Bidang Keahlian : DS Programmer

Berilah tanda centang (✓) pada kolom hasil sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu.

No.	Aspek	Prosedur yang dilakukan	Hasil yang diharapkan	Hasil	
				Sukses	Gagal
1.	Navigasi	Mencoba seluruh tombol menu dan navigasi yang ada dalam sistem	Semua menu dan navigasi berjalan dan tidak ada <i>broken link</i>	✓	
2.	Melakukan <i>login</i> ke dalam sistem	Mengisi <i>username</i> dan <i>password</i> yang benar kemudian mengklik tombol Log In	Berhasil <i>login</i> ke dalam sistem	✓	
3	Melakukan <i>logout</i> dari sistem	Mengklik menu Logout	Pengguna diarahkan ke halaman <i>homepage</i> , <i>session</i> pengguna dihapus	✓	
Administrator					
4.	Mengubah password <i>administrator</i>	Mengisi <i>password</i> lama, <i>password</i> baru dan konfirmasi <i>password</i> baru dengan benar kemudian mengklik tombol Submit	<i>Password</i> untuk <i>administrator</i> diperbarui	✓	
5.	Melihat data pengguna	Mengklik menu Manajemen User	Sistem menampilkan semua data <i>user</i> yang terdaftar	✓	
6.	Menambah data pengguna baru	Mengklik menu Tambah User dari halaman <i>user</i> , mengisi data <i>user</i> dengan benar , kemudian mengklik tombol Submit	Data <i>user</i> baru ditambahkan ke dalam sistem, pengguna diarahkan ke halaman lihat data <i>user</i>	✓	
7.	Melakukan perubahan pada data pengguna	Mengklik tombol Ubah dari halaman <i>user</i> , mengisi data <i>user</i> dengan benar kemudian mengklik tombol Submit	Data <i>user</i> diperbarui, pengguna diarahkan ke halaman <i>user</i>	✓	
8.	Menghapus data pengguna yang sudah ada	Mengklik tombol Hapus dari halaman <i>user</i> , pilih konfirmasi Ya/Ok	Data <i>user</i> dihapus dari sistem, pengguna diarahkan ke halaman <i>user</i>	✓	

9.	Melihat data metrik yang ada	Mengklik menu Manajemen Metrik	Sistem menampilkan semua data metrik yang ada	✓	
10.	Menambah data metrik baru	Mengklik menu Tambah Metrik dari halaman metrik, mengisi data metrik dengan benar, kemudian mengklik tombol Submit	Data metrik baru ditambahkan ke dalam sistem, pengguna diarahkan ke halaman lihat data metrik	✓	
11.	Melakukan perubahan pada data metrik	Mengklik tombol Ubah dari halaman metrik, mengisi data metrik dengan benar kemudian mengklik tombol Submit	Data metrik diperbarui, pengguna diarahkan ke halaman metrik	✓	
12.	Menghapus data metrik yang sudah ada	Mengklik tombol Hapus dari halaman metrik, pilih konfirmasi Ya/Ok	Data metrik dihapus dari sistem, pengguna diarahkan ke halaman metrik	✓	
13.	Memberikan bobot penilaian kemudian mengklik tombol <i>submit</i>	<i>Login</i> sebagai ahli, memberikan bobot dengan valid kemudian mengklik tombol Submit	Pembobotan berhasil dilakukan, sistem menyimpan hasil pembobotan dan menampilkan hasil pembobotan	✓	
14.	Melihat hasil bobot penilaian	<i>Login</i> sebagai ahli, mengklik tombol hasil pembobotan	Sistem menampilkan hasil pembobotan	✓	
15.	Responden Menjawab pertanyaan kemudian mengklik tombol <i>submit</i>	<i>Login</i> sebagai responden, menjawab semua pertanyaan, kemudian mengklik tombol Submit	Sistem memproses jawaban responden kemudian menampilkan skor kualitas disertai dengan rekomendasi (jika ada)	✓	
16.	Melihat hasil penilaian dan rekomendasi	Sudah menjawab pertanyaan sebelumnya, <i>login</i> sebagai responden	Sistem menampilkan skor kualitas dan rekomendasi (jika ada)	✓	

SURAT KETERANGAN UJI FUNGSIONALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nanang Rafsanjani
Bidang Keahlian : iOS Programmer

Setelah memeriksa fungsionalitas dari aplikasi dalam penelitian skripsi yang berjudul

"Analisis Pengembangan Aplikasi Penilaian Kualitas E-learning berdasarkan ISO 19796-1", oleh peneliti :

Nama : Adhi Wicaksono
NIM : 09520241008
Jurusan / Prodi : Pend. Teknik Elektronika/ Pend. Teknik Informatika

Maka dengan ini menyatakan bahwa aplikasi tersebut *) :

a. Layak digunakan untuk penelitian dengan revisi sesuai saran sebagai berikut:

.....
.....
.....
.....
.....

(b) Layak digunakan untuk penelitian tanpa revisi

c. Tidak layak digunakan untuk penelitian

Demikian surat keterangan ini dibuat dan untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, Januari 2014

Validator



*) Lingkari pada huruf yang sesuai dengan pendapat Bapak/ Ibu

UJI FUNGSIONALITAS

Nama : Dessy Imawati
Bidang Keahlian : Dosen Teknik Informatika

Berilah tanda centang (v) pada kolom hasil sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu.

No.	Prosedur	Hasil	
		Sukses	Gagal
1.	Navigasi sudah berjalan dengan baik tanpa ada <i>broken link</i>	✓	
2.	Melakukan <i>login</i> ke dalam sistem	✓	
3	Melakukan <i>logout</i> dari sistem	✓	
Administrator			
4.	Mengubah password <i>administrator</i>	✓	
5.	Melihat data pengguna	✓	
6.	Menambah data pengguna baru	✓	
7.	Melakukan perubahan pada data pengguna		✓
8.	Menghapus data pengguna yang sudah ada	✓	
9.	Melihat data metrik yang ada	✓	
10.	Menambah data metrik baru	✓	
11.	Melakukan perubahan pada data metrik	✓	
12.	Menghapus data metrik yang sudah ada	✓	
Ahli			
13.	Memberikan bobot penilaian kemudian mengklik tombol <i>submit</i>	✓	
14.	Melihat hasil bobot penilaian	✓	
Responden			
15.	Menjawab pertanyaan kemudian mengklik tombol <i>submit</i>	✓	
16.	Melihat hasil penilaian dan rekomendasi	✓	

Saran atau masukan:

- warna navigasi bar diganti menga8 lebih terlihat. (beda)
- tanda untuk verifikasi form. , bagian edit user (Beda form, Ubah bug,
- Judul field.
- Sorting di metrik (diurutkan berdasarkan Fatagori)

Yogyakarta, 9 Januari 2014

Validator



Dessy Irmawati, M.T.